

Erkoiskokoehtina  
Metsä

Suostuilestii virestollivaki

SUOMEN METSÄNHOITOYHDISTYS TAPION KÄSIKIRJASIA N:o 4.



# PUUN HIILTO

KIRJOTTANEET

**J. VALMARI ja W. WAINIO**

TOINEN, LAAJENNETTU LAITOS

HELSINKI 1913

HINTA 1 MK. 50 PENNIÄ





Suomen Metsänhoitoyhdistys Tapion käsikirjasia  
N:o 4.

---

# PUUN HIILTO

KIRJOTTANEET

J. VALMARI JA W. WAINIO

---

TOINEN, LAAJENNETTU LAITOS



HELSINKI, 1913

HELSINKI, 1913  
J. SIMELIUS'EN PERILLISTEN KIRJAPAINO OSAKEYHTIÖ



### ***Esipuhe toiseen laitokseen.***

*Puujätteiden hyväksi käyttö ja eritoten puun hiiltotislaus (kuivatislaus) on edistynyt viime vuosina ripein askelin. Pysyttääksemme kirjasemme aikamme vaatimusten tasalla olemmekin siitä syystä olleet pakotettuja sitä melkoisesti laajentamaan. Niinpä olemme ottaneet mukaan esityksen Raskin uunista, pieniosaisten puujätteiden hiiltotislauksesta, tärpätin erottamisesta pihkapiusta höyrytislauksen avulla, tislauستulosten jalostustavoissa tehdyistä uudistuksista y. m. Ohimennen olemme tehneet selkoa myöskin paljon lupaavasta kotimaisesta hartsin valmistuksesta.*

*Helsingissä, tammikuussa 1913.*

*Tekijät.*

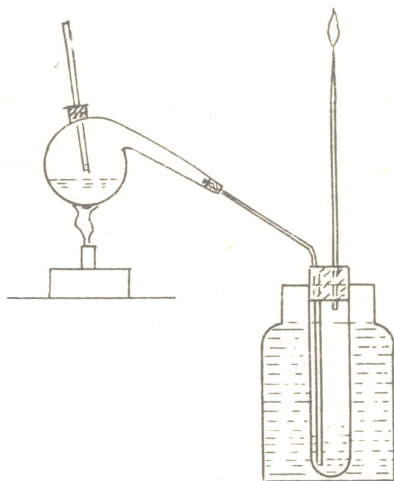


## Johdanto.

Hiiltämiseksi eli hiilloksi sanotaan elimellisten aineitten kuumentamista ilman vaikutukselta vapaassa tilassa, jolloin aine kemiallisesti hajaantuu synnyttäen kaasuja, tavallisessa lämpötilassa nesteiksi tiivistyviä höyryjä ja mustaa jähmeätä massaa, n. s. hiiltä, joka pääasiassa sisältää alkuainetta hiiltä sekä myös aina jonkun verran kivennäisaineita y. m., riippuen käytetystä lämpö määrästä ja raaka-aineen laadusta.

Seuraava yksinkertainen koe antaa paraimman selityksen yllä olevalle määritelmälle.

Kaula-aukolla varustettuun lasitislaimen, n. s. retorttiin, pannaan pieniä havupuu-paloja tahi sahajauhoja, tukitaan kaulaukko korkilla, jonka lävitse on pistetty lämpömittari, ja johdetaan tislaimen suusta ohut taivutettu lasiputki suureen, korkilla varustettuun koeputkeen, joka



Kuva 1.

puolestaan on asetettu kylmällä vedellä täytettyyn lasiastiaan. Koeputken korkin lävitse on pistetty vielä toinenkin ohut lasiputki, jonka ulkopuolinen pää on vedetty hyvin hienoksi. Jos sitte tislainta kuumennetaan



esim. spriilampulla, huomataan tislaimessa ensin höyrynmuodostusta, ja vähän ajan kuluttua ilmestyy koeputken pohjalle kirkasta nestettä, joka helposti voitaisiin tuntea *vedeksi*. Se on puussa olleesta kosteudesta kohtaisin. Lämpötilan kohotessa noin 150 asteeseen ilmaantuu tislautuneen veden pinnalle, joka nyt suurimmaksi osaksi on puuaineen hajaantumistulosta, öljymäistä nestettä. Se on *tärpättiä*. Vähitellen saa tärpätin alla oleva neste kitkerän, happamen maun ja hajun. Lähemmin tutkittaessa huomattaisiin sen sisältävän suuren joukon eri hiiliyhdistyksiä, joista tärkeimmät ovat *etikkahappo* ja *metyylialkoholi* eli *puusprii*. Tätä nestettä sanotaan *puuhapoksi*. Samalla kehittyä myös nesteeksi *tii-vistymättömiä kaasuja*, jotka sytytetäessä eivät pala. Nämä kaikki ovat jo puuaineen hajaantumistuloksia. Puun väri on käynyt tällä välin punaisenruskeaksi. Noin 250° lämpötilassa alkaa koeputken valua *tervamaistakin ainetta*, puuhapon väkevyys kasvaa ja sivulasiputken kautta poistuvat kaasut voidaan sytyttää palamaan. Puu saa tummanruskean värin. 350—400° välillä vähenevät tislaustulokset, loppuen vihdoin kokonaan. Tislaimen on jäänyt mustaa, jähmeää, kovaa massaa, *puuhiiltä* eli *syttä*.

Pääasiassa samoin kuin puu, suhtautuvat hiilletäessä myös turve, kivihiilet y. m. s. Tislaustulokset vain ovat laadultaan ja paljoudeltaan suurestikin poikkeavia. Koska ajomme esityksessämme rajottua käsittelemään yksinomaan puun hiiltoa, jätämme muiden raaka-aineiden käyttöön perustuvat hiiltoteollisuudet kokonaan mainitsematta ja selostamatta.

Puun hiillosta puhuttaessa on alunpitäen terotettava hiilletävän tavaran kosteusasteen suurta merkitystä. Ennen varsinaista hiiltymistä poistuu nimittäin kaikki vesi ja laimentaa sitte tilaustulokset. Siitä on luonnollisena seurauksena, että jota kuivempaa hiilletävä puu on, sitä pienemmällä polttoaineiden kulutuksella saadaan sekä itse hiilto että sitä seuraava tislaustulosten jalostus suoritetuksi.

Puun vesipitoisuus riippuu useista eri seikoista, kuten puulajista, kasvupaikasta, vuodenajasta, iästä j. n. e. Kesällä ja etenkin keväällä sisältää puu paljon enemmän nestettä kuin talvella, jolloin siis hiillettävä puu on edullisin kaataa. Suotuisissa olosuhteissa kasvaa puu nopeaan, sen vuosirenkaat ovat vahvoja ja solut laajoja, sisältäen runsaasti nesteitä. Tällaisesta puusta saadut hiilet kutistuvat suuressa määrin ja ovat vielä keveämpiäkin kuin päinvastaisissa olosuhteissa kasva-neista puista saadut hiilet.

Tuoreen puun keskimääräinen vesipitoisuus on noin 50 %. Kun hiiltotarkotukseen käytetyn puun tulisi olla mahdollisimman kuivan, on käytäntöön koetettu sovel-luttaa keinotekoisiaakin kuivauslaitoksia, mutta ne eivät ole vielä johtaneet tyydyttäviin tuloksiin. Melkein kaik-kialla turvaudutaankin luonnon apuun. Puut kaadetaan talvella ja jätetään harvoin pinoihin ladottuina kuiva-maan 1 à 2 vuodeksi. Tällaisen ilmakuivan puun vesi-pitoisuus on noin 20 %, jota määrää ei luonnon avulla enää hevin saada alemmaksi. Tässä tilassa puu tavalli-sesti hiilletään.

Kotimaisen hiiltoteollisuutemme tärkeimmästä raaka-aineesta, petäjän kannoista eli tervaksista, joiksi niitä tavallisesti sanotaan, puhumme myöhemmin.

Käytännössä olevat puun hiiltomuodot voidaan ja-kaa kolmeen ryhmään:

1. *Miilunpoltto*,
2. *Tervanpoltto*,
3. *Uunihiolto*.

Ensimmäisessä menettelyssä saadaan hiiltotulokseksi ainoastaan hiiliä, toisessa tervaa ja vähäinen määrä hiiliä ja kolmannessa uunimuodon ja menettelytavan mukaan sekä hiiliä että tislautuloksia: tervaa, tärpättiä, etikka-happoa, puuspriitä j. n. e.

## Miilunpoltto.

Hiilten eli sysien käyttö on yhtä vanha kuin taito erottaa metalleja malmeistaan, josta ensimmäiset varmat tiedot ovat noin vuodelta 3000 e. Kr. Meidän aikamme miilut ovat tosin paljon myöhemmältä ajalta, mutta ovat ne kuitenkin kautta vuosisatojen pysyneet rakenteeltaan jotenkin samanlaisina.

Miilunpolttoon käytetään joko runkopuita, sekä havu-että lehtipuita, tai sahausjätteitä, rimoja y. m. Itse poltto vaatii suurta taitoa ja kokemusta. Sentähden onkin maissa, joissa miilunpoltto on kehittyneemmällä kannalla, hiilitulos huomattavasti suurempi. Niinpä saadaan esim.

Saksassa keskimäärin noin	65	0/0
Ruotsissa	”	50 ”
Suomessa	”	45 ”

käytetyn puumäärän tilavuudesta hiiliä.

Vertauksen vuoksi mainittakoon, että hyvin järjestetystä ja hoidetusta hiiliuunista saadaan 70—80 tilavuus-0/0 hiiliä.

Vasta valmistetut, vielä lämpimät, hyvät puuhiilet sisältävät noin 96 0/0 hiiltä, 1 0/0 vetyä ja 3 0/0 tuhka-aineita. Saadessaan olla ilman vaikutuksen alaisina imevät ne kuitenkin pian itseensä melkoiset määrät kosteutta. Kolmen, neljän viikon kuluttua ei vesipitoisuus enää lisäännä, ollen silloin noin 12 0/0. — Hyviltä puuhiililtä vaaditaan, että niiden väri on aivan musta, murtopinta kiiltävä, että ne kovaa esinettä vastaan lyötäessä antavat kirkkaan helähtävän äänen, etteivät ne helposti murene, eivät sanottavasti anna väriä itsestään



eivätkä pala valostavalla tahi savuavalla liekillä. — Havupuuhiiltien paino on noin 130—140 kg. kuutiometri.

Emme ryhdy lähemmin esittämään miilujen rakennetta ja polttoa, kun miilunpoltto on kaikkein epäedullisin hiiltomuoto. Siinä saadaan nimittäin, kuten jo olemme maininneet, ainoastaan hiilet talteen ja monin verroin arvokkaammat tislauksulokset osaksi palavat, osaksi haihtuvat ilmaan. Hiilituloskin on huono. Ruotsissa on muutamia vuosia sitte tehty laskelmia hukkaan menneiden sivutuotteiden arvosta ja saatu summaksi lähes 30 miljoonaa markkaa vuodessa! Meillä Suomessa tuo summa olisi paljon pienempi, kun hiiltien tarve ei ole likimainkaan niin suuri kuin Ruotsissa (5 milj. kuutiometriä vuodessa). Mutta useita miljoonia annetaan kuitenkin meilläkin sitä tietä haihtua vähistä varoistamme.

Että miilunpolttoa tästä huolimatta vielä niin yleiseen harjotetaan, riippuu luonnollisesti siitä, ettei se vaadi juuri minkäänlaista pääomaa. Syrjäisillä seuduilla, joissa hiilien tarve on vähäinen, se saattaakin olla muukiinmenevä hiiltomuoto. Mutta siellä, missä hiilien kysyntä on suuri, tai mistä ne helposti voidaan kulettaa kulutuspaikoille, olisi ehdottomasti epätaloudellisesta miilunpoltosta luovuttava ja siirryttävä järkiperaisempään hiilien valmistustapaan, ottaen samalla talteen hiillossa syntyvät toisetkin tulokset tai ainakin osa niistä. Hiiltomon vaatima pääoma antaa kyllä korkonsa.

Ajattelemme lähinnä maamme monia suuria sahalaitoksia, joista harvat järkiperaisella tavalla käyttävät valtavat jätemääränsä. „Rimahelvetti“ on kielessämme tuttu sana.

## Tervanpoltto.

Tervan valmistus on myöskin ollut tunnettu jo ikivanhoina aikoina. Aluksi valmistettiin tervaa vain kotitarpeeksi, mutta pian kehittyi tervanpoltosta, etenkin havupuurikkaissa pohjoismaissa, tuottava sivuelinkeino. Sitä harjottivat etupäässä talonpojat omissa metsissään, myyden tuotteensa rantakaupunkien tukkukauppiaille, jotka taas puolestaan lähettivät sen joko suorastaan tahi n. s. tervakomppaniojen välityksellä ulkomaille.

Muutama sata vuotta sitte harjotettiin tervanpolttoa hyvin yleisesti kaikkialla maassamme, ja olikin terva silloin maamme tärkein vientitavara. Suurimmat vientipaikat olivat Viipuri ja Pohjanmaan kaupungit. Näistä vietiin 17:n vuosisadan keskivaiheilla ulkomaille noin 70,000 tynnyriä tervaa vuosittain. 19:n vuosisadan keskivaiheilla oli maamme tervanvienti kohonnut noin 150,000 tynnyriin vuodessa. Tämän jälkeen on tämä ensin kohonnut vuoteen 1863, jolloin se oli 227,101 tynnyriä, laskien sitte vuoteen 1899 107,168 hehtolitraksi ja sen jälkeen hyvin nopeasti edelleen.\*) Maamme ete-

\*) Tervanpolton vähenemistä ja terva- ja tärpäättehtaiden toiminnan kehitystä esittävät seuraavat vientinumerot virallisesta tilastostamme.

Tervaa hl. Tärpähtiä kg.			Tervaa hl. Tärpähtiä kg.		
1900	— 83,208	— 18,251	1906	— 46,248	— 8,666
1901	— 81,485	— 1,747	1907	— 37,428	— 10,923
1902	— 84,549	— 8,050	1908	— 34,695	— 5,277
1903	— 70,422	— 20,686	1909	— 28,081	— 97,752
1904	— 71,586	— 21,259	1910	— 22,407	— 342,398
1905	— 45,723	— 8,261	1911	— 34,348	— 213,347

läisistä osista ovat tervahaudat jo melkein kokonaan kadonneet. Niiden nykyisenä tyyssijana ovat Oulun läänin etelä- ja itäosat.

Maamme tärkeimmät tervanvientipaikat ovat nykyään Oulu ja Vaasa, joista edellisen tervahovi on Arkan gelin tervahovin jälkeen maailman suurin.

Seuraavassa esitämme tervanpolton pääpiirteet.

Raaka-aineena käytettiin ennen aikaan yksinomaan terveitä nuoria petäjiä. Niiden pihkaisuutta edistettiin kolomalla. Tämä toimitetaan tavallisesti kahtena eli kolmena vuotena peräkkäin. Ensimmäisenä vuonna aikaiseen keväällä, jolloin nestevirtailu puussa on vilkkaimmillaan, kuoritaan puu noin 2 metrin korkeudelta, jättämällä kuitenkin puun pohjoispuolelle muutaman senttimetrin levyinen kuorikaistale. Se estää puun kuolemasta. Puu koettaa pihkalla suojella paljastettua pintaansa. Toisena vuonna jatketaan kolomista noin 3 metrin korkeudelle. Puun elinvoimat alkavat jo ehtyä. Kolmantena vuonna poistetaan viimeinenkin kuoriliuskale. Silloin on puu tuomittu kuolemaan. Parin, kolmen vuoden kuluttua on puu täydellisesti kuivunut ja valmis tervahaudassa poltettavaksi.

Tervanpoltto yllä esitetyssä muodossa on mitä suurinta metsänhaaskausta, jota on kaikin keinoin vastustettava. Antakaamme nuoren, terveen petäjämme kasvaa kymmenisen vuotta! Siitä varttuu silloin kaunis tukkipuu, jonka arvo on moninkertainen.

Paljon siedettävämmäksi käy tervanpoltto, jos raaka-aineena käytetään vanhoja tervaskantoja. Niitä käyttävät esim. Pohjois-Ruotsin tervanpolttajat, ja tähän suuntaan on meilläkin kehitys kulkemassa. Samoin on ilahduttavana seikkana merkittävä, että terva- ja tärpähti-tehtaittemme yksinomaisena raaka-aineena on juuri tervaskannot. Niitä löytyy metsissämme valtavat määrät, ja niiden nostaminen on kaikkea muuta kuin metsänhaaskausta. Kantojen poistaminen jättää tilaa uusille puille, ja pöyhötetyssä maassa löytää siemen helposti



sopivan tyyssijan itääkseen ja varttuakseen. Vaara, että kantoja nostettaessa vahingoitettaisiin pieniä puita, on siksi vähäinen vastaavan hyödyn rinnalla, että se voidaan jättää huomioon ottamatta. Kantojen poistaminen kuuluu siis jo järkiperaiseen metsänhoitoon.

Kannoista on niitä tervanpolttoon käytettäessä tavallisesti pintapuu jo ehtinyt lahota ja osaksi pudota pois. Pihkarikkaat sisäosat ovat säilyneet hyvin ja ovat mitä sopivinta raaka-ainetta sekä tervanpoltolle että järkiperaisemmillekin hiiltomuodoille.

Kannon nostamisessa on koetettu käyttää monenkin laatuksia koneellisia apuneuvoja, mutta ne ovat verraten kalliita, vaikeasti liikutettavia, eivätkä usein vastaa muutoinkaan tarkotustaan. Edullisinta lienee menetellä seuraavalla tavalla. Paksuimmat juuret paljastetaan kuokkimalla ja katkaistaan mahdollisimman pitkältä. Kanto halotaan pala palalta tanakan teräskiilan avulla, ja lohkopalat kierretään kangella ylös. Nämä pienitään sitte vielä tarpeen mukaan, erotellaan pintaosat pois ja ladotaan pinoihin. Pari miestä saa tämantapaista menettelyä käyttämällä päivässä valmiiksi 4 à 5 kuutiometriä tervaksia. Näiden paino on hyvinkin erilainen, riippuen kosteusmäärästä, pihkapitoisuudesta j. n. e., vaihdellen 250—500 kiloon kuutiometri. Keskimääräiseksi painoksi voidaan olettaa 300 kiloa.

Paljon hankalampaa on työ, jos koko kanto kerrallaan nostetaan maasta viputangon tai muun sellaisen avulla. Tämä tapa on kuitenkin vielä varsin yleinen tervanpolttajiemme keskuudessa. Kantojen pieneminen tapahtuu tällöin usein vasta tervahaudan luona.

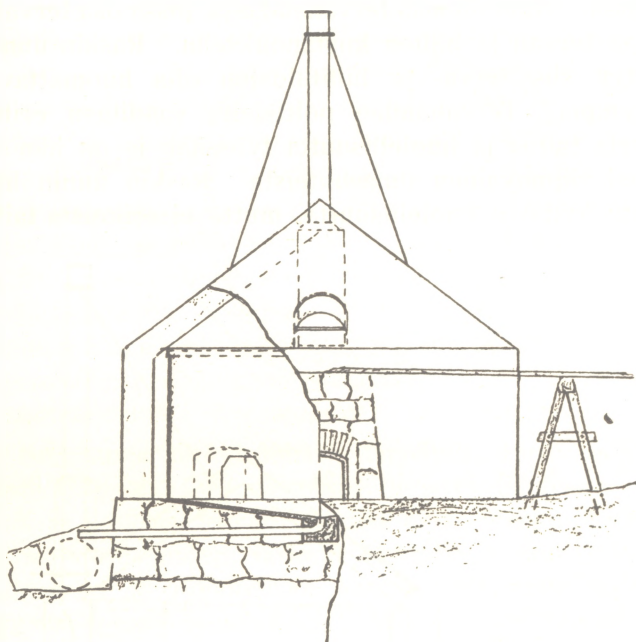
Tervahaudan valmistuksen ja sen polton selostelun voimme kokonaan sivuuttaa, koska meillä siitä on julkaistu seikkaperäinen esitys\*). Mitä hautatervan valmistukseen tulee, emme sitä pidä suositeltavana hiiltomuotona.

\*) *Ilmo Lassila*, Tervanpoltto tervahaudassa. Suomen Metsänhoitoyhdistys Tapion käsikirjasia N:o 7.

Koko joukon toisenlaiseksi muuttuu asia, jos iki-vanhalle tervahaudalle annetaan hiukan toinen muoto, joka paremmin vastaa tarkotusta.

Tällaisen uudemman „tervahaudan“ on eräs kotimainen mies, *Simo Raski*, keksinyt muutamia vuosia sitte, ja on se jo verraten laajalti käytännössä.

Raskin tervauuni näkyy kuvista 2, 3 ja 4.



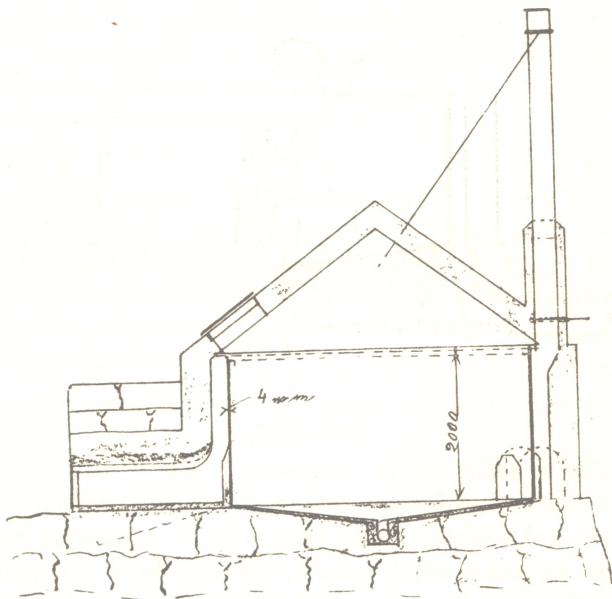
Kuva 2.

Uunin rakenne on seuraava.

Uuni on lieriön muotoinen, muurattu joko harmaasta kivistä tai tiilistä. Sen sisäpuolinen läpimitta on 4,4 metriä ja korkeus 2 metriä. Katto, joka myöskin on muurattu, on kartion muotoinen. Tiivis tiilipohja on kalteva keskustaa kohti, josta tervaputki johtaa muodostuneen tervan uunin ulkopuolelle. Muurauksen sisäpuolelle on asetettu 2—4 millimetrin rautalevystä tehty lieriö, joka tiiviisti liittyy sekä kattoon että pohjaan.

Tulipesästä kulkevat palamiskaasut lieriön ja muurin välisen kanavan kautta savupiippuun. Täyttämistä ja tyhjentämistä varten on uunissa kaksi luukku, toinen katossa, toinen alhaalla, sivulla.

Raskin uunin edut tervahautaan verrattuna ovat ilmeiset. Siinä käytetään epäsuoraa lämmitystä, joten palamiskaasut eivät tule yhteyteen hiilletävän puun kanssa. Näin on asia tervahaudassa, jossa osa tervaksia palaa tervan ja hiilien kustannuksella. Raskin uunissa täytyy siis terva- ja hiilitulosten olla huomattavasti parempia. Tervahaudan polttajalta vaaditaan erittäin suurta taitoa ja huolellisuutta työssään, ja on hän sitäpaitsi riippuvainen ilmasuhteista. Raskin uunin hoito vaatii kylläkin huolellisuutta, mutta ei erikoista taitoa;



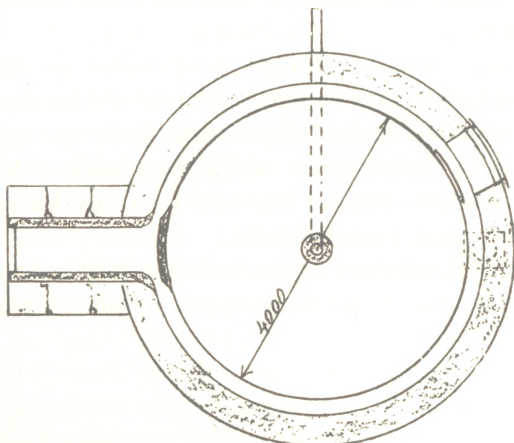
Kuva 3.

sääsuhteet eivät siihen sanottavasti vaikuta. Perustamiskustannukset ovat verraten alhaiset, noin 1000 markkaa, joten vähempivarainenkin metsänomistaja voi sel-



laisen hankkia. Pienenä kotiteollisuutena on tervanpoltto Raskin uunissa kaikin puolin kannatettava \*).

Muutama sana vielä tervasta. Tervahaudasta juossut terva ei ole vielä sellaisenaan valmista kauppatavaraa. Paitsi tervaa, syntyy tervahautahiillossakin muita-



Kuva 4.

kin tislautuvia hiiltotuloksia, tärpättiä, vettä, etikkahappoa j. n. e. Osa näistäkin tiivistyy haudassa nesteeksi ja juoksee tervan mukana ulos. Vesi on kuitenkin mahdollisimman tarkoin erotettava pois. Tämä tapahtuu n. s. räkkäyksen kautta. Haudasta juossut terva lasketaan tynnyreihin. Ne pannaan varjoisassa paikassa kaltevaan asentoon ja peitetään havuilla. Tällöin laskeutuu vesi ominaispainoltaan raskaampana pohjalle, n. s. tervavetenä, joka sisältää myös suurimman osan tervan etikkahappoa. Jonkun ajan kuluttua lasketaan tervavesi ulos, tavallisesti maahan, ja tynnyri täytetään uudelleen puhtaalla tervalla.

Paraimpana tervana pidetään keskijuoksutervaa; se on paraiksi sakeata, eikä siinä ole juuri koskaan huomattavissa ryynimäisyyttä. Alkujuoksutervalla on useasti

\*) Insinööri *Jalo Aaltonen* on seikkaperäisemmin esittänyt Raskin uunin aikakauskirja Tapiossa v. 1910 siv. 291.

tämä epäedullinen ominaisuus. Polton lopulla saatu terva taas on aina liian sakeata.

Hyvä terva värjää valkealle puulle siveltynä tämän kullankeltaiseksi, joka väri ei myöhemminkään sanottavasti tummene. Edelleen tuntuu se rasvaiselta käsissä, imeytyy helposti puuhun ja juoksee katkeilematta hienona lankana.

Valmis terva kuljetetaan tavallisesti tervaveneillä satamapaikkoihin myytäväksi. Ennenkuin tavara lähetetään ulkomaille, tarkastetaan sen laatu ja tynnyrien suuruus sekä toimitetaan vielä lopullinen räkkäys ja lajittelu. Kaiken tämän tekevät n. s. räkkärit, jotka useimmiten ovat valantehneitä.

Oulussa lajitellaan terva kolmeen numeroon ja lyödään laatumerkki tynnyrin pohjaan. Oulun tervamerkit ovat seuraavat:



Hieno.



Keskihieno.



Karkea.

Eri laatuisten tervojen hintaero on 1 markka tynnyriltä. Nykyään maksaa priimatavara 25 markkaa tynnyri.

Suomalainen terva menee suurimmaksi osaksi Ranskaan ja Englantiin.

## Uunihiilto.

Suurissa sivistysmaissa on järkipästä puun hiiltoa eli hiiltotislauſta harjotettu jo vuosikymmeniä. Saksassa esim. perustettiin enſimäinen hiiltomo v. 1819, Ranskassa jo v. 1810, vaikka vaſta vuosisadan keſkivaiheella tämä teollisuus alkoi ripeämmin kehittyä ja kukoistaa.

Kaikki tärkeimmät hiiltotulokset on tarkoin otettu talteen ja edelleen jalostettu. Hiiltoteknika onkin näissä maissa korkealle kehittynyt ja kehittyä yhä edelleen. Jos kohta ſuuri joukko erilaisia uunimuotoja ja työtapoja on kaikkialla käytännöſsä, voimme kuitenkin joka maassa havaita jonkun erikoisen, leiman antavan uunimuodon.

Uunihiiltoſſa käytetyiſtä raaka-aineiſta on enſi ſijassa mainittava lehtipuut, kuten pyökki, tammi, koivu, vaahtera, ſaarni, j. n. e., ſitte erilaiſet havupuut, joista petäjän ſukuieſt ovat tärkeimmät. Paitsi runkopuuta, kelpaa hiiltoykſeen myöſ kaikenlaiſet puujätteet, ennen kaikkea ſahajätteet, rimat, y. m. ſ., vieläpä niinkin arvottomat tavarat kuin ſahajauhot, rullatehtaiden jätteet, höylälaſtut, j. n. e. Puujätteieſiin on myöſ luettava kannot, joista toſin ainoaſtaan — vanhempina — petäjän ja ſen ſukulaieſten kannot tulevat kysymykſeen.

Eri raaka-aineet vaativat hiilletettäeſsä yleensä erilaiſia uunirakenteita ja työtapoja ja antavat ne paljouſdelleen ja laadulleen hyvinkin vaihtelevia tulokſia, kuten alempana tulemme näkemään.

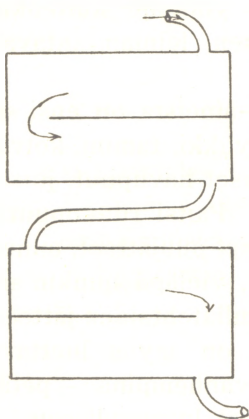
Hiiltomon tärkeimmät osat ovat *uuni* eli *retortti*, jossa hiiltotislauk toimitetaan, sekä *jäähdyttäjät*, johon edellisessä muodostuneet höyryt johdetaan putkisarjan kautta ja jossa nämä tiivistyvät nesteeksi.

Luokaamme ensiksi lyhyt silmäys jäähdyttäjiin. Niitä on lukuisia joukko eri rakenteita, mutta suuresti katsoen voimme kuitenkin erottaa kolme pääryhmää, nim.

1. *Laatikkojäähdyttäjät*,
2. *Kierrejäähdyttäjät* ja
3. *Putki- eli tuupijäähdyttäjät*.

Näistä ovat ensinmainitut rakenteeltaan yksinkertaisimmat ja hinnaltaan huokeimmat, mutta samalla vähemmän tehoisat.

Suomalaisissa hiiltomoissa on tällainen laatikkojärjestelmä hyvin tavallinen, kuva 5.



Kuva 5.

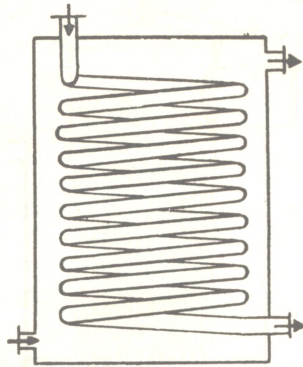
Sekä laatikot, että johtoputket ovat kuparista. Retortista tulevat kaasut laitoksen lävitse nuolien osottamaa tietä. Tiivistyneet nesteet poistuvat alinta putkea pitkin erottaja-astiaan. Laatikoita on kunkin retorttia kohti kaksi tai kolme. Kaikki laatikkosarjat ovat useimmiten asetetut samaan suureen jäähdytysammeeseen, jossa vesi alituisen vaihtuu, pitääkseen jäähdyttäjät tarpeeksi kylminä.

Kuten mainittu, ei näiden jäähdyttäjien teho ole suuri. Sitäpaitsi syöpyvät ne pian, niiden tiiviinä pito ja puhdistus tuottavat vaikeuksia, j. n. e., epäkohtia, joita niiden halpa hinta tuskin korvaa.

*Kierrejäähdyttäjät*, kuva 6, ovat käytännössä hyvin yleisiä. Tiivistettävät höyryt tulevat ylhäältä kierteen muotoisesti taivutettuun kupariputkeen, jonka alapäässä



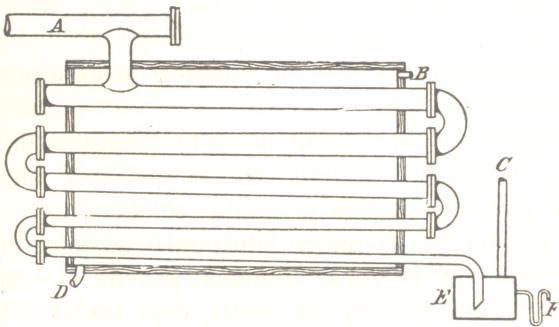
nestemäiset tulokset otetaan talteen. Koko kierreputki on asetettu joko puusta tai rautalevystä valmistettuun ammeeseen, jonka alaosaan jäähdytysvesi johdetaan, poistuen lämmenneenä ylhäältä. Kaasut ja vesi kulkevat siis vastakkaisiin suuntiin. Tällaista n. s. vastavirtaperiaatetta noudattamalla saadaan veden jäähdyttävä vaikutus mahdollisimman tarkoin käytetyksi.



Kuva 6.

Kierrejähdyttäjät tarjoavat kylläkin melkoisen jäähdytyspinnan, mutta tulee niiden, kyllin tehokkaasti toimiakseen, olla verraten isoja. Tällaisessa muodossaan, kuva 6, ovat ne sitäpaitsi vaikeat puhdistaa.

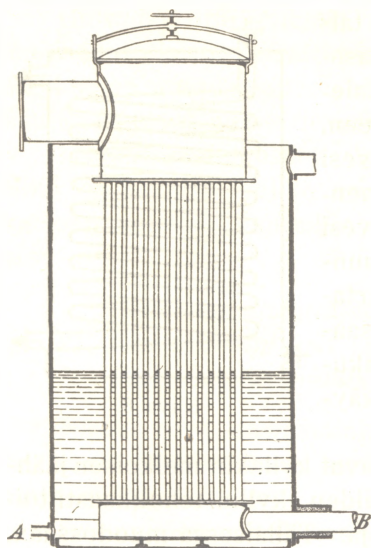
Kuvassa 7 näemme toisen kierrejähdyttäjän, jonka



Kuva 7.

puhdistus on verraten helppo. Kuvassa näemme vielä erottaja-astian E, jossa oljymäiset tulokset erotetaan vedestä — riippuen eri ominaispainoista — ja poistuvat nestesulun F kautta. C on putki, jonka kautta hiillossa syntyneet tiivistymättömät kaasut poistetaan.

Tehokkaimmat ja käytännössä yleensä mukavimmat ovat *putki-* eli *tuupijähdyttäjät*. Kuvassa 8 näemme



Kuva 8.

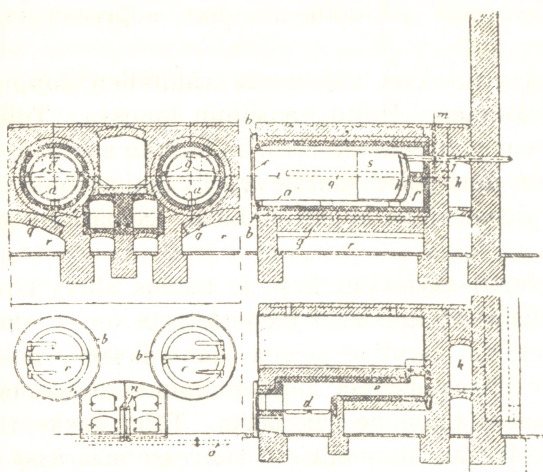
erään tällaisen. Höyryt tulevat retortista ensiksi suurempaan kammioon, josta sitte kulkevat lukuisten, verraten ohuiden putkien lävitse. Tiivistynyt neste kokoontuu kammioon putkiston toisessa päässä, josta se poistuu putken B kautta. Sekä putkiston, että molempien kammioden ympäri virtaa jäähdytysvesi alhaalta ylös. Jäähdyttäjä, joita käytetään sekä seisovia että makaavia, on joko kuparista tai raudasta, eri tarkoituksistaan riippuen.

Tutustukaamme sitte eri maiden tärkeimpiin uuni- ja retortimuotoihin.

**Saksassa**, kaiken kemiallisen teollisuuden luvatussa maassa, hiilletään, kuten yleensä kaikissa muissakin maissa, paitsi Ruotsissa ja meillä sekä osittain Amerikassa, melkein yksinomaan lehtipuuta, pääasiassa pyökiä, jonkun verran myös tammea, koivua ja vaahteraa. Vuotuinen hiiltomäärä on siellä noin 200,000 kuutiometriä puita.

Saksalaisten hiilto-uunien rakenne on seuraava.

Itse hiiltokammion, retortin, muodostaa 10—13 mm. vahvuisesta rautalevystä tehty sylinteri. Sen toinen pohja on varustettu luukulla, ja toisesta lähtee putki, jota pitkin tislaukselokset poistuvat retortista jäähdyttäjään. Retortin pituus on noin 3 metriä ja läpimitta noin 1 m. Sen tilavuus on siis noin 2,5 kuutiometriä. Ne asetetaan parittain samaan muuraukseen, makaavaan



Kuva 9.

asentoon. Tulipesä on alhaalla retorttien välissä. Muuraus on järjestetty siten, että tulikaasut ympäröivät hyvin tasaisesti kaikilta puolilta molemmat retortit. Sitä saadaan aikaan tasapuolinen lämmitys verraten pienellä lämpöhukalla.

Raaka-aineet, noin metrin pituiset halot, ovat aina täydellisesti ilmakehiä.

Hiilto tapahtuu seuraavasti. Retortti täytetään hajoilla, luukku suletaan ja tiivistetään märällä savella, jonka jälkeen lämmitys heti alkaa. Pian ilmaantuu tislautuvia hiilotuloksia; vesi, puuhappo ja terva kulkevat höyryinä kaikki samaa tietä jäähdyttäjään, jossa tiivistyvät nesteeksi. Jäähdyttäjästä joutuvat tislautulokset suuriin puusäiliöihin, jotka ovat toistensa yhteydessä yläjuoksuputkien kautta. Raskaammat terva-osat painuvat matkalla säiliöiden kautta pohjalle, josta ne kootaan erityiseen ammeeseen. Viimeisessä säiliössä on puuhappo suurimmaksi osaksi vapautunut terva-aineista ja soveltuu sellaisenaan jalostettavaksi.

Hiiltoissa kehittyvät palavat kaasut, jotka eivät tiivisty jäähdyttäjässä nesteeksi, johdetaan joko tulipesään



tahi käytetään johonkin muuhun sopivaan tarkotukseen.

Tislaustulokset vähenevät vähitellen, loppuen vihdoin kokonaan. Hiilto on silloin lopussa. Tulipesästä poistetaan polttoaineet, retortin luukku avataan, ja hiilet vedetään joutuisasti rautalevystä valmistettuun säiliöön, joka voidaan ilmatiiviisti sulkea. Siinä saavat hiilet jäähtyä.

Retortti täytetään heti, ja tislaus alkaa uudelleen.

Tällaisesta nopeasta menettelystä on se suuri etu, ettei retortin tarvitse seisoa jäähtyäkseen, mikä epäkohta vallitsee useissa muissa uunimuodoissa, niin kuin seuraavassa tulemme näkemään. Tämä keskeytymättömyys kohottaa luonnollisesti suuressa määrässä tehtaan tuotantokykyä.

Koko hiilto kestää 12—18 tuntia, täyttäminen ja purkaminen noin 1 tunnin. Tällaisessa retortissa voidaan siis hiiltää vuodessa noin 1,000 kuutiometriä puita. Keskikokoisissa hiiltomoissa on retorttien lukumäärä tavallisesti 16. Kaikkialla on sitä paitsi erityiset laitokset puuhapon jalostamista varten. Niistä teemme myöhemmin selkoa.

Pienien, joko makaavien tai seisovien (kuten Ranskassa, katso edempänä) retorttien käyttö tuo mukanaan joukon epäkohtia. Retorttien lukumäärän tulee olla verraten ison määrätyle tuotantokyvylle; lukuisten tulipesien, jäähdyttäjien y. m. hoito vaatii suuren työväestön. Sitäpaitsi tapahtuu näissä aina, vaikkapa pienikin, ylikuumennus, aiheuttaen tulosten pienentymisen. Käsin toimitettava täyttö ja tyhjennys on hankala ja aikaa vievä.

Näitä y. m. epäkohtia poistaakseen on saksalainen toiminimi *F. H. Meyer*, Hannover-Hainholz, erikoisala puun hiiltomot, joku vuosi sitte alkanut valmistaa suurempia retortteja, joiden vetoisuus on 30 kuutiometriä ja siitä yli. Nämä retortit ovat pitkiä lieriöitä, joihin hiillettävä puu tuodaan useammilla, kiskoilla kul-



kevillä vaunuilla. Hiillon loputtua vedetään nämä koneellisten apuneuvojen avulla ulos vastapäätä retorttia olevaan jäähdytyskammioon, jossa hiilet saavat jäähtyä. Hiilto kestää 18—24 tuntiin, tähän luettuna täyttö- ja tyhjennys.

Ottaen huomioon, että tällaisen retortin tuotantokyky on yhtäsuuri, kuin 10 à 12 pienen retortin samassa ajassa, ovat uuden järjestelmän edut ilmeiset.

Meyerin retortti on huomattava parannus hiiltoteknikan alalla ja onkin se kaikkialla saanut suurta tunnustusta osakseen.

*Itävalta-Unkarissa* on puun hiilto myös hyvin korkealle kehittynyt. Siellä käytetään enimmäkseen sekä samoja uunimuotoja ja työtapoja että samoja raaka-aineita kuin Saksassa. Itävalta-Unkarissa hiilletään vuosittain yli 400,000 kuutiometriä puita uuneissa.

*Ranskassa* ovat ominaisia reisovat retortit, jotka tuskin tarjoavat mitään etuja saksalaisiin, makaaviin retortteihin verrattuina, pikemmin päinvastoin. Kannella varustetusta yläpohjasta menee kaasujohtoputki jäähdyttäjään. Retortti riippuu yläreunassaan olevan vahvan rautarenkaan avulla vapaasti muurauksessa. Samaa muuraukseen ei siitä syystä voida asettaa useampia retortteja, josta johtuu melkoinen lämpöhukka.

Kun hiilto on lopussa, irrotetaan kaasujohtoputki, retortti kohotetaan nostimella ylös ja hiilet kaadetaan jäähdytyssäiliöön. Retortti täytetään heti uudelleen, lasketaan paikoilleen, yhdistetään jäähdyttäjään ja aletaan uudelleen hiiltää.

Ranskassa hiilletään vuosittain noin 300,000 kuutiometriä puita.

*Amerikassa* on pitkät ajat käytetty n. s. mehiläiskekouuneja, jotka ovat verraten alkuperäisiä hiiltolaitoksia. Niistä saadut huonot tulokset eivät ajan oloon voineet tyydyttää käytännöllisiä amerikalaisia, jonka tähden Europan mannermaan pieniä retortteja ruvettiin käyttämään Amerikassakin. Mutta näistäkin luovuttiin

pian niiden pienen tuotantokyvyn vuoksi, kun puuhiilimaasuuneihin tarvittiin valtavat hiilimäärät. Suurta ja nopeata tuotantokykä huokeilla kustannuksilla vaativat amerikalaiset hiiltolaitoksiltaan, samoin kuin muiltakin tuotannon aloilta.

Tätä periaatetta silmällä pitäen ovatkin Amerikalle ominaiset n. s. *vaunu-uunit* rakennetut. Pääpaino pannaan niissä hiilille, vaikka kaikki muutkin hiiltotulokset otetaan talteen.

Vaunu-uunijärjestelmä on seuraava.

Retortit ovat 10 mm. vahvuisesta teräslevystä valmistettuja, 15 m. pitkiä ja 2,5 m. korkeita ja 1,9 m. leveitä. Poikkileikkaus on suora kaide pyöristetyin kulmin. Retortin molemmissa päissä on kaksinkertaiset, tiiviit ovet. Sitä ympäröi siten järjestetty muuraus, että tulikaasut pääsevät kaikilta puolin tasasesti lämmittämään retorttia. Järjestelmään kuuluu vielä kaksi retortin muotoista ja kokoista, ohuemmasta levystä tehtyä jäähdytyskammiota. Sekä retortin että jäähdytyskammioden lävitse kulkee normaliraiteinen rautatie. Puut, enimmäkseen vaahteraa y. m. lehtipuuta, lastataan 7,5 kuutiometrin vetoosiin rautavaunuihin, joita sopii retorttiin 4. Siten voidaan yhtäaikaa hiiltää 30 kuutiometriä puita.

Hiilletäessä tulevat valmiiksi hiilletyt 4 vaunua retortista jäähdytyskammioon N:o 1, jossa olevat vaunut siirtyvät jäähdytyskammioon N:o 2, josta valmiiksi jäähdytyneet hiilet kuljetetaan suorastaan käyttöpaikalleen. Kaikki siirrot toimittaa tavallisesti lokomotivi samanaikuisesti. Koko muutto vie ainoastaan 6—7 minuuttia, joten lämpöhukka on hyvin pieni. Tislaustulokset kulkevat kahden, retortin katossa olevan kupariputken kautta jäähdyttäjään. Yksi hiilto kestää 20—24 tuntia.

Maailman suurin hiiltomo on Kanadassa The Algoma Steel Company, Sault Ste Marie Ontario, jossa on 20 vaunu-uuniretorttia. Tehdas käyttää vuosittain noin 180,000 kuutiometriä puita.

Kuten mainittu, hiilletään Amerikassa myös havupuuta, ja ovat nämä laitokset yleensä kehittyneet ominaiseen suuntaan, käyttäen yhdistettyä höyry- ja hiiltislausta. Menettely on seuraava.

Raaka-aineena käytetään hartsirikasta puuta, josta aluksi vesihöyryä retorttiin johtamalla ajetaan yli suurin osa tärpättiä. Kun tämä on toimitettu, alkaa puun tavallinen hiilto, ja otetaan silloin yleensä talteen vain tärpätti, terva ja hiilet. Tällaisessa menettelyssä on huomattava, että vesihöyry ajaa tärpätin ulos suuremmista puukappaleista vain hyvin vaikeasti. Tätä edistääkseen täytyy puut pienentää, mutta on silläkin rajansa saataviin hiiliin nähden. Tällä tavoin valmistettu tärpätti vastaa laadultaan täydellisesti pihkasta saatua, joka onkin luonnollista, sillä retorttia ei kuumenneta vesihöyrytislauksen aikana yli sellulosan hajaantumispisteen, noin 160°.

Menettely saattaa olla hyvinkin sopiva Amerikan hartsirikkaille havupuille, jotka antavat runsaasti tärpättiä ja tervaa.

Esitetty menetelmä voitaisiin hyvällä syyllä soveluttaa meidänkin oloihimme. Kuten tulemme näkemään, ovat meidänkin hiiltomoidemme päätuotteet nykyään tärpätti, terva ja hiilet. Tervaksissa olisi meillä sopiva raaka-aine. Menettelyn kautta saataisiin ensiluokkaista tärpättiä, muiden tuotteiden jäädessä ennalleen. Kaipaamme sopivia kokeita; kaipaamme myös yritteliäisyyttä.

Toinen menetelmä, ei tosin enää hiilto, vaan edelliseen läheisesti liittyvä, on hienoksi hakatun havupuun tislauksen yksinomaan vesihöyryllä. Retortti, jossa höyrytislauksen toimitetaan, on varustettu koneellisella hämmentäjällä, joka suuresti edistää tärpätin poistumista puusta.

Paitsi hienoksi hakattua runkopuuta, tislataan täten myös sahajauhoja, joka menettely Amerikan uittamattomista havupuista saadulle sahajauhalle lienee kannattava.



Meillä tällainen menetelmä sitävastoin ei voisi menestyä. Mehän sahaamme hartsiköyhiä puita, joista uitettaessa vielä suuri osa tärpättiä häviää veden uuttamana.

Höyrytislauksessa saatua tislaustätettä, tärpättivapaita puulastuja, on paitsi hiiltotislaukseen menestyksellä käytetty toistaiseksi ainoastaan polttoaineena. On myös kokeiltu sen käyttöä alkoholin, oksalihapon ja sellulosan valmistukseen. Millaisia tuloksia nämä kokeet ovat antaneet, ei tällä haavaa ole tiedossamme.

*Englannissa* ei puun hiiltoa paljon harjoteta. Kuitenkin löytyy siellä lukuisia hiiltomoita, huomattavia ennen kaikkea sen vuoksi, että ne raaka-aineenaan käyttävät etupäässä kaikenlaisia puujätteitä, kuten lehtipuu-sahajauhoa ja rullatehtaiden jätteitä, jotka viimeainitut etupäässä ovat koivua.

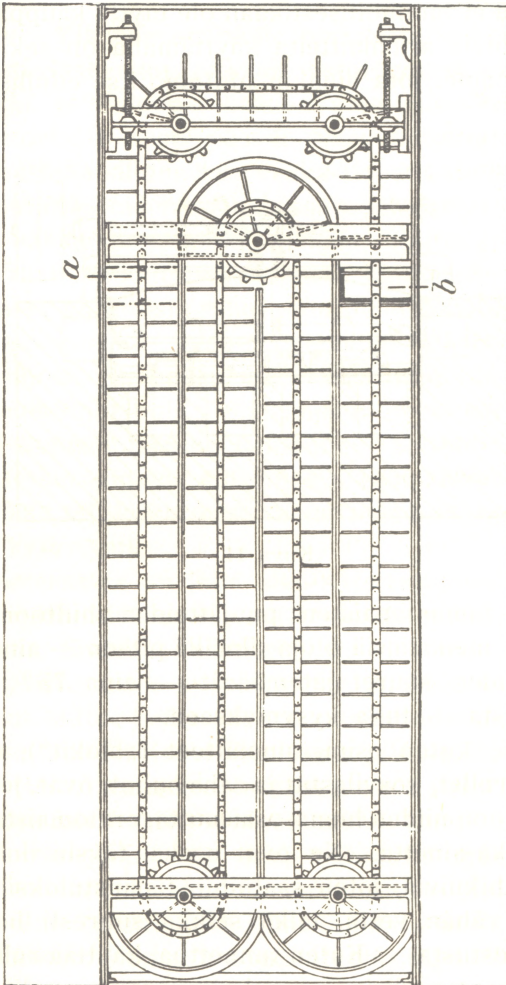
Kuvat 10 ja 11 esittävät meille tähän tarkotukseen sopivan hiiltouunin, jossa verraten yksinkertaisella tavalla on ratkaistu ne monet teknilliset vaikeudet, jotka esiintyvät hieno-osaista raaka-ainetta hiillettäessä.

Kuvassa 10 näemme pohjapiirroksen uunista, josta kansi on poistettu, kuva 11 esittää sen läpileikkauksen.

Uuni on pitkä, matala, muurattu kammio, jonka poikkileikkaus on suorakaide. Pohjan ja seinät peittävät valurautalaatat; samoin on heikosti holvattu katto valuraudasta. Uuni on pituussuunnassaan pohjasta jaettu matalilla väliseinillä neljään ränniin, joita pitkin kulkee päätön ketju kuvion osottamalla tavalla. Liikuntonsa saa tämä viiden pyörän kautta. Ketju on kohtisuorassa liikuntosuuntaansa vastaan varustettu lukuisilla poikkiraudoilla, jotka kulettavat a:n kohdalla uuniin tuodun hiillettävän puun käytävien läpi ja laskevat ulos valmiiksi hiillettynä aukosta b. Sekä täyttö että tyhjennys tapahtuu jatkuvasti, itsestään. Lämmitystä varten on uunin etupuolella (oikealla) kaksi tulipesää, joista palamiskaasut kiertelevät pitkin kanavia sivuilla ja pohjassa. Tislaustulokset poistuvat katossa olevan, yhden tai useamman, aukon C kautta jäähdyttäjään.



Uunin molemmat lyhyet sivut ovat ovilla varustetut, joten koko laite on helposti puhdistettavissa ja korjattavissa.

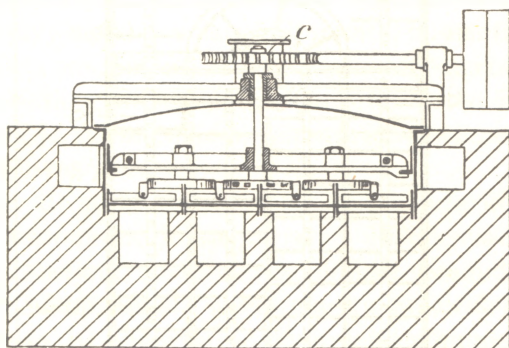


Kuva 10.

Tällainen uuni hiiltää vuorokaudessa noin 7,000 ki-  
loa puujätteitä, joista saadaan

harmaata kalkkia (80—82 %)	noin 500 kiloa
puuspriitä (100 %)	” 65 ”
hienoa puuhiiltä	” 1700 ”

Siis sangen huomattavia tuloksia. Hieno-osaisella puuhiilellä ei luonnollisestikaan ole täyttä kauppaa-arvoa, mutta sopivia arinalaitteita käyttämällä on sekin arvokas polttoaine, jota ainakin hiiltomo itse edullisesti voi käyttää.



Kuva 11.

Mitä tämäntapaisten puujätteiden hiiltoon tulee, voivat — meikäläisiä oloja silmällä pitäen — ainoastaan rullatehtaiden suuret jätemäärät — aina 75 % käytöstä puusta — tulla kysymykseen.

Nämä, kuten esim. ainejätteet („blokit“), vialliset aineet ja rullat, sorvilastut ja sahajauhot, ovat, jollemme ota huomioon niiden hieno-osaisuutta, erinomaista hiiltotislausraaka-ainetta. Ne ovat osaksi täysin ilmakeuivia osaksi riihikuivia, joten saatuihin tislaustuloksiin tulee verraten vähän vettä, mikä seikka suuresti helpottaa niiden jalostusta. — Kuten tunnettua, käyttää rullateollisuus Suomessa yksinomaan koivua.

Maamme lukuisat rullatehtaat käyttävät jätteitään ainoastaan polttoaineena. Ilahduttavana seikkana mainittakoon, että useat tehtaat ovat viime aikoina ainakin

suunnitelleet jätteidensä järkiperaisempää käyttöä, niiden hiiltotislausta.

Lukuisia muitakin sahajauhon hiiltolaitoksia on rakennettu. Yleensä on näille ominaista se, että jauhot jatkuvasti lasketaan pitkään retorttiin, jonka lävitse ruuvirulla ne kulettaa, laskien ulos valmiiksi hiilletyn puun retortin toisesta päästä. Nämä laitokset kannattavat ainoastaan silloin, kun raaka-aineena on lehtipuusta tai hartsirikkaasta havupuusta saatu sahajauho. — Hartsiköyhän sahajauhon, kuten meidän, hiiltoa ei vielä ole onnistuttu taloudellisesti ratkaista, huolimatta lukuisista kokeista ja uhratuista rahasummista. Osaltaan on tähän syynä havupuusta saatava verraten alhainen määrä etikkahappoa ja puuspriitä; tärpättikin on suureksi osaksi haihtunut pois. Suurimpana syynä on kuitenkin vaikeus saada hiilijauhe helpommin poltettavaan muotoon. Jotain sopivaa sideainetta, esim. tervaa, t. m. s. käyttämällä ei kuitenkaan liene mahdotonta ratkaista tätäkin kysymystä.

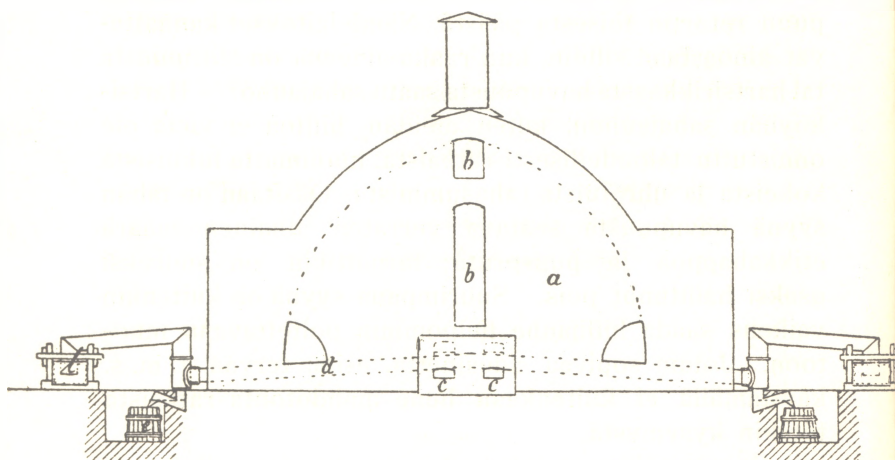
Suomessakin on joku aika sitte työskennellyt parikin sahajauhohiiltomoa, mutta on ne pian, kannattamattomina, täytynyt lakkauttaa.

*Ruotsissa* tulee kysymykseen melkein yksinomaan havupuun hiilto, jonka tähden uunimuodotkin monessa suhteessa eroavat Keski-Europassa ja Amerikassa käytyistä. Hiiltotislaus on Ruotsissa vielä verraten nuori, mutta ripeästi kehittyvä teollisuus. Uuni- ja retorttimuotoja on paljon, ja sekä niitä että työtapoja parannellaan innokkaasti. Oman maamme järkiperaisien puun hiillon kehittämistä silmällä pitäen olisikin meidän ennen kaikkea otettava oppia Ruotsista, koska olosuhteet siellä ovat lähinnä meikäläisten kaltaisia.

Vanhimpia Ruotsissa käytännössä olevista uunimuodoista on 1820-luvulla käytäntöön tullut *Schwartzin uuni*. Vaikka tämä uunimuoto onkin jo kokonaan vanhentu-

nut, eikä millään tavoin täytä niitä vaatimuksia, jotka nykyaikaiselle järkiperaiselle hiiltouunille asetetaan, esitämme sen kuitenkin siitä syystä, että siitä on kehittynyt useampia, meillä Suomessakin käytännössä olevia uunimuotoja.

Kuvassa 12 näemme alkuperäisen Schwartzin uunin. Se on tiilistä muurattu kammio, jonka katto on hol-



Kuva 12.

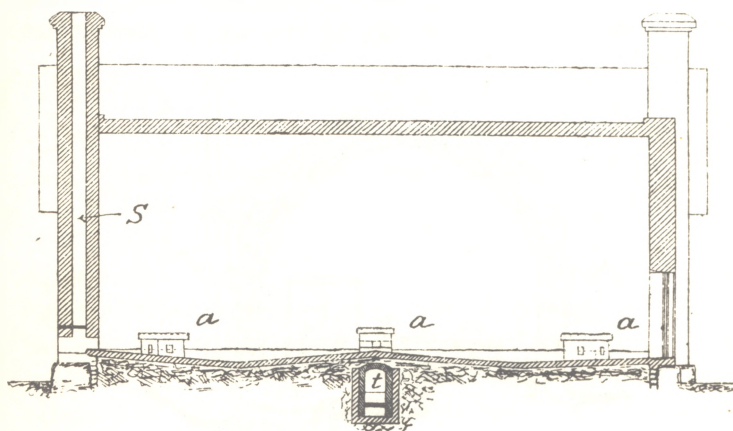
vattu. Hiillettävät puut pannaan uuniin aukkojen *b* kautta, ja näiden kautta otetaan myös valmiit hiilet ulos. Tulipesistä *c* tulevat palamiskaasut hiiltokammiossa olevien puiden välittömään yhteyteen, kuivaten ja hiiltäen ne. Uunin pohjassa olevien putkien *d* kautta poistuu osa tislautuloksia; terva erottuu säiliöön *e*; osa puuhappoa tiivistyy säiliössä *l*. Tiivistymättömät kaasut ja höyryt poistuvat savupiipun kautta.

Kuten näemme, on tämä uuni vielä hyvin alkupe-  
räisellä kehitysasteella. Mutta sen tarkoituksena olikin  
pääasiassa hiilien valmistus. Tervaakin saatiin jonkun-  
verran, ja puuhapolla oli silloin hyvin rajotettu käytäntö.

Melkein kaikki meillä Suomessa nykyään käytän-  
nössä olevat hiiliuunit ovat muunnoksia Schwartzin uu-



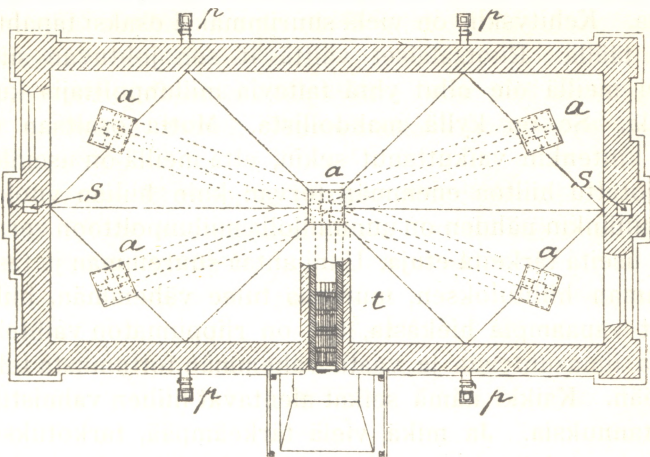
nista. Kehityskin on vielä suurimmaksi osaksi tapahtunut täällä. Ruotsalaiset väittävät sen johtuvan siitä, ettei meillä ole ollut yhtä taitavia miilunpolttajia kuin heillä. Se on kyllä mahdollista. Mutta osaltaan on kai kuitenkin vaikuttanut sekin, että meillä on useinkin harjoitettu hiiltoa enemmän tervan kuin hiilien vuoksi. Ja hiiliinkin nähden on uunihiillolla miilunpolttoon verraten useita tärkeitä etuja. Uuni antaa suuremman ja tasasemman hiilituloksen, murskaa tulee vähemmän, hiilet ovat vapaampia hiekasta, työ on riippumaton vaihtelevista ilmasuhteista ja vaatii vähemmän tottumusta tekijältään. Kaikki nämä seikat alentavat hiilien valmistuskustannuksia. Ja mikä vielä tärkeämpää, tarkotuksen mukaisten laitosten avulla voidaan korjata talteen ainakin osa tislautuvia hiiltotuloksia.



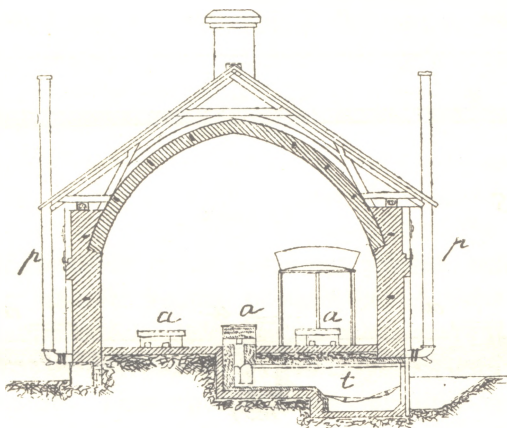
Kuva 13.

Tärkein Schwartzin uunin muunnos on *Ottelinin uuni*. Se on täällä Suomessa syntynyt ja verraten laajalle levinnyt uunimuoto. Kuvat 13—15 esittävät sen rakennetta.

Tulipesästä *t* tulevat palamiskaasut aukkojen *a* kautta tiilistä muurattuun hiiltokammioon. Kuumat kaasut nousevat ensin ylös kammion kattoa kohden,



Kuva 14.



Kuva 15.

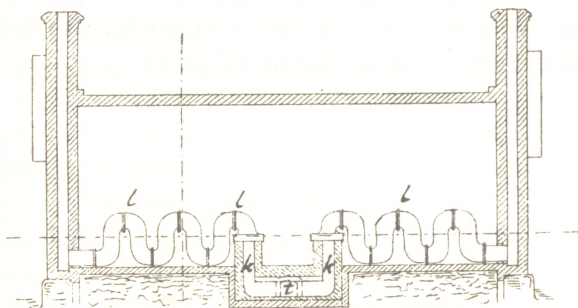
laskeutuvat jäähtyessään alas ja poistuvat vihdoin osaksi uunin päätyseiniin muurattujen savupiippujen S, osaksi sivuseinämillä olevien puutorvien p kautta. Puut pannaan uuniin päätyovien kautta. Samaa tietä otetaan myös hiilet ulos. Hiillon kulkua voidaan säätää savupiipuissa olevilla luukuilla.

Uunien tilavuus vaihtelee 90 aina 600 kuutiometriin saakka. Jota suurempi uuni on, sitä suurempi sen suhteellinen hiilitulos, pienempi polttopuun menekki ja huokeammat työkustannukset, kaikki luonnollisesti vissiin rajaan saakka.

Mainitsemme muutamia numerotietoja hiillosta eräissä Ottelinin uunissa.

Käytetty puumäärä	242 kuutiometriä
Hiilitulos	135 „
Polttopuita käytetty	60 „
Lämmitysaika	190 tuntia
Jäähtymisaika	168—240 „
Täyttäminen ja purkaminen	89 „

Ottelinin uunissa tulevat palamiskaasut, samoin kuin Schwartzin uunissakin, hiilletävän puun välittömään yhteyteen, sekottuen tislautuloksiin. Tämä seikka alentaa hiilitulosta ja vaikeuttaa tislautuloksien talteen otta-



Kuva 16.

mista. Näitä haittoja koetettiin poistaa välillisen lämmityksen kautta, ja siten muodostuivat n. s. *putkiuunit*, jotka siis ovat Ottelinin uunin kehitysmuotoja. Kuva 16 esittää tällaisen putkiuuniksi muodostetun Ottelinin uunin.

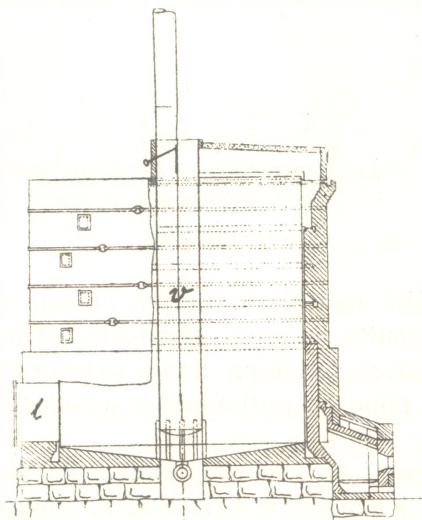
Tulipesä *t* on keskellä uunia. Palamiskaasut tulevat sieltä kanavien *k* kautta n. s. lämpöelementteihin *l*, poistuen vihdoin uunin päätyseinissä olevien savu-

torvien kautta. Lämpöelementit ovat valurautaisia, toisiinsa tiiviisti liitettäviä S muotoisia putkia.

Näissä uuneissa voi hiilitulos kohota 65 % käytetyn puun tilavuudesta. Ottelinin uunissa on vastaava luku noin 55 %.

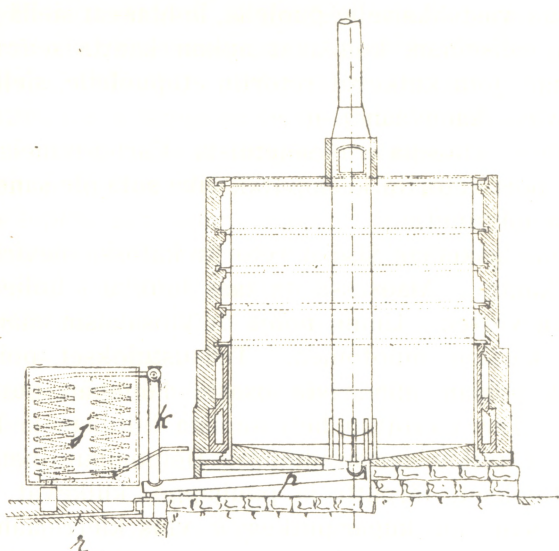
Putkiuuneja on meillä Suomessakin käytännössä esim. Pekkalan sahalaitosten yhteydessä lähellä Ruukin asemaa. Siellä on 12 jokseenkin yllä esitetyn kaltaista putkiuunia. Eräässä uunissa on tehty se muutos, että käytetään kahta tulipesää ja kahta sarjaa lämpöelementtejä. Tällainen järjestelmä on osottautunut vanhempaan uunimuotoon verraten erittäin käytännölliseksi.

*Carbo-uuni.* Vuonna 1895 alettiin Grötingenissä Jämtlandissa hiiltää havupuita pienissä retorteissa. Retortin suuruutta vähitellen lisättäessä huomattiin, että hiilto tapahtui suuremmassa retortissa yhtä täydellisesti kuin pienemmässäkin, vaikka kuutiometriä kohti laskettu hiiltoaika oli edellisessä tapauksessa lyhempi. Näiden huomioiden perusteella kehittyivät mahtavat Carbo-uunit. Tällaista esittävät kuvat 17 ja 18.



Kuva 17.





Kuva 18.

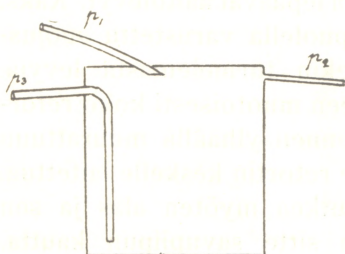
Itse hiiltokammio on 8—10 mm. rautalevystä tehty sylinteri, jonka tilavuus vaihtelee 350—430 kuutiometriin. Koko retortti on vankan muurauksen ympäröimä. Näiden välillä on kanavat, joita erottaa toisistaan joko muuraukset tahi hiekkasuluilla lepäävät aaltolevyt. Kaksi alinta kanavaa on retortin puolella varustettu suojusmuurauksella, estääkseen liekin turmelemasta levyjä. Kanavat kulkivat ensin kierteen muotoisesti koko retortin ympäri alhaalta ylös, mennessä ylhäällä muurattuun kanavaan. Sieltä laskivat ne retortin keskelle laitettua, väliseinällä *v* varustettua putkea myöten alas ja sen toista puolta ylös, poistuen sitte savupiipun kautta. Tarkoituksena oli jakaa palamiskaasujen lämpö mahdollisimman tasaisesti ja tarkoin suurelle retortille. Mutta kaasut jäähtyivätkin pitkällä matkallaan liiaksi, joten hiilto kesti kovin kauvan aikaa. Sentähden järjestettiin uudemmissa uuneissa kanavat siten, että kaasut jakaantuivat kahteen, kummallakin puolen retorttia olevaan kanavasarjaan. Kaasut kulkevat vaakasuorasti

tulipesän vastakkaiselle puolelle, kohtaavat siellä pystysuoran väliseinän, kohoavat aukon kautta seuraavaan kanavaan, jota kulkevat retortin etupuolelle, siellä ylös seuraavaan kanavaan j. n. e.

Viime vuosina rakennetuista Carbo-uuneista on jätetty pois retortin keskiputki, eikä siitä ole sanottavia haittoja johtunut.

Puut lasketaan sisään retortin katossa olevien aukkojen kautta. Alaosassa on taas luukku  $l$  hiilien tyhjennystä varten. Uunin pohja on ylösalaisin käännetyn loivan kartion muotoinen. Tislaustulokset poistuvat uunista pohjan alimmasta osasta lähtevän putken  $p$  kautta. Terva erottuu heti uunista tultuaan ja kulkee putkea  $r$  pitkin tervasäiliöön. Helpommin haihtuvat tislaustulokset, tärpätti ja puuhappo, kulkevat pystysuoraa puu- tai kupariputkea  $k$  ylös kierrejäähdyttäjiin  $j$ , joita on 4 kutakin uunia kohti. Jäähdyttäjät ovat kuparista; kunkin kierreputken pituus on noin 30 m. ja ulkopuolinen läpimitta noin 10 cm.

Tärpätti ja puuhappo erotetaan toisistaan erisuuren ominaispainojensa perusteella n. s. erottaja-astioissa, kuva 19.



Kuva 19.

Tiivistyneet tislaustulokset tulevat putken  $p_1$  kautta jäähdyttäjistä erottaja-astiaan. Tärpätti nousee kevyempänä pinnalle ja poistuu putken  $p_2$  kautta säiliöön. Puuhappo taas otetaan talteen putken  $p_3$  kautta. Erottaja-astia on tehty tavallisesti puusta, putket kuparista.

Tiivistymättömät kaasut johdetaan putkisarjaa pitkin tulipesään, jossa niiden suuri poltto-arvo tulee hyväksi käytetyksi.

Carbo-uuneissa voidaan hiiltää minkälaisia puita tahansa. Hiillon kulku on seuraava. Ensimmäisenä vuorokautena kohotetaan lämpö määrä noin 90 asteeseen, sitte

2—3 astetta tunnissa. Noin  $1\frac{1}{2}$  vuorokauden jälkeen alkaa tärpätti tislautua, uuniin asetetun hehkumittarin osottaessa  $145\text{—}150^\circ$ .  $4\frac{1}{2}$ —5 vuorokauden kuluttua ilmaantuu terva lämpötilan ollessa  $240\text{—}250^\circ$ . Kuumenusta lisätään, kunnes lämpötila kohoaa  $350^\circ$ . Tislaus-  
tulosten juoksusta nähdään, milloin hiilto on lopussa. Silloin lopetetaan lämmityskin ja annetaan uunin itseks-  
seen jäähtyä  $120^\circ$  asti, jolloin jäähtymisen jouduttami-  
seksi lasketaan vettä uuniin aika ajoin, kunnes lämpö-  
tila siellä on noin  $40^\circ$ . Silloin voidaan hiilet ottaa vaa-  
ratta ulos uunista.

Seuraavat numerot esittävät yhden Carbo-uunihiil-  
lon tulokset.

Käytetty puumäärä	312 kuutiometriä
” polttopuita	81 ”
Lämmitysaika	226 tuntia
Jäähtymisaika	120 ”
Täyttämisaika	30 ”
Purkamisaika	15 ”

#### Hiiltotulos:

Hiiliä	230 kuutiometriä
Tervaa	3,316 litraa
Raakaa tärpättiä	315 ”
Puuhappoa	72,000 ”
Öljyä	900 ”

Puuhappo sisälsi  $2,9\%$  etikkahappoa ja noin  $1\%$  puuspriitä. 1 kuutiometristä hiillettyä puuta saatiin siis:

Hiiliä	$0,74$ kuutiometriä
Tervaa	$10,6$ litraa
Raakaa tärpättiä	$1,0$ ”
Puuhappoa	$230,7$ ”

Puuhappomäärän suuruus johtuu hiiltoon käytetty-  
jen puiden kosteudesta. Kesäaikaan viedään hiiltopuut  
useinkin suorastaan järvestä nostettuina uuniin. Tal-  
vella on puiden vesipitoisuus kyllä pienempi, vaikka

nekin ovat vielä kaukana ilmakeivista. Tämä seikka vaikuttaa luonnollisesti hyvin epäedullisesti saadun puuhapon jalostuskustannuksiin, joita sen suuri vesipitoisuus melkoisesti lisää. Ilmakeivien puiden käyttö onkin yksi järkipäisemmän hiillon tärkeimpiä vaatimuksia.

Noin 350 kuutiometrin vetoisen Carbo-uunin rakennuskustannukset nousevat vanhempien tiedonantojen mukaan 56,000—70,000 markkaan. Ruotsissa niitä on nykyään käytännössä lähes parikymmentä, Suomessa kaksi.

*Gröndalin uuni.* Tähän saakka selostetut ruotsalaiset hiiltolaitokset ovat työskennelleet ajottaisesti. Niinpä täytyy Carbo-uunin seistä 5 vuorokautta jäähtyä lämmityksen vaatiessa 8—9 vuorokautta. Tällainen työtapo alentaa suuressa määrin laitoksen tuotantokykyä ja lisää työkuksannuksia. Sentähden onkin koetettu saada hiillon kulku yhtäjaksoiseksi, niin että sitä mukaa kuin puut hiiltoisivät, ne otettaisiin uunista pois, ja vereksiä puita pantaisiin sijaan.

Kysymyksen on tyydyttävällä tavalla ratkaissut ruotsalainen insinööri *G. Gröndal*. Ollessaan Suomessa Pitkärannan tehtaiden isännöitsijänä alkoi Gröndal tehdä kokeita sanottuun suuntaan, jotka kuitenkin eivät vienneet toivottuun tulokseen. V. 1903 rakennettiin uusi parannettu Gröndalin uuni Alan sahalaitosten yhteyteen Helsinglandissa, ja ollaan tämän antamiin tuloksiin erittäin tyytyväisiä.

Gröndalin uunin pääpiirteet ovat seuraavat.

Uunin muodostaa pitkä, muurattu tunneli, joka on tiiviisti sulkeutuvilla luukuilla jaettu eri osastoihin. Ensiksi on n. s. eteinen, sitä seuraavat kuivausosasto, hiilto-osasto, jäähtymisosasto ja viimeksi taaskin eteinen. Kuivaus- ja hiilto-osastot ovat levyretortteja, joiden ympäri palamiskaasukanavat kiertelevät. Lämmitys tapahtuu n. s. generatorikaasun avulla. Se sekottuu hiillossa muodostuneitten tiivistymättömien kaasujen kanssa ja kulkee jäähtymisosaston lävitse jäädyttäen valmiit hiilet. Siten lämminnyt kaasuseos sytytetään palamaan



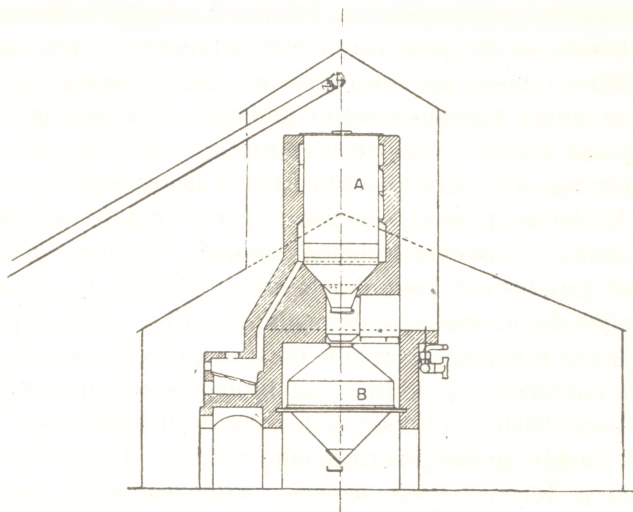
ja lämmittää hiilto-osaston kanavien lävitse kulkiessaan osastossa olevat puut noin 500 asteeseen, joten siellä tapahtuu täydellinen hiiltyminen. Sen jälkeen tulevat kaasut ensin kuivausosaston kanaviin ja kulkevat sitte osastossa olevien tuoreitten puitten lävitse kuivaten ja lämmittäen ne. Lopuksi poistuvat kaasut savupiippuun.

Hiillettävät puut viedään rautaisiin korivaunuuihin lastattuina osastosta toiseen tunnelin lävitse. Kaikki siirrot tapahtuvat koneiden avulla. Puiden ja palamiskaasujen kulkiessa vastakkaisiin suuntiin, saadaan palamislämpö edullisella tavalla tarkoin talteen, puiden tullessa kuivatuiksi ja hiilten jäähdytetyiksi ilman erikoisia laitoksia. Tislaustulokset poistuvat hiilto-osastosta katosssa olevan putken kautta jäähdyttäjään. Tärpätti, puuhappo ja terva tiivistyvät siten yhdessä, mikä jossain määrin vaikeuttaa niiden jalostusta.

Gröndalin uunissa hiilletään vuorokaudessa noin 125 kuutiometriä puita. Sen perustamiskustannukset ovat 112,000—140,000 markkaa. Ruotsissa on useita sellaisia käytännössä, ja yhä suurempaa suosiota ne näyttävät saavuttavan.

*Kuilu-uunit* ovat uusimpia uunirakenteita, kuva 20. Nämä ovat rautaretortteja, joiden vetoisuus on noin 50 kuutiometriä. Lämmitys on järjestetty samaan tapaan, kuin Carbo-uunissa. Hiillettävät puut ovat noin 150—250 millimetrin pituisina kappaleina, jotka transportöri kulettaa hiililytysretorttiin A. Kun tavallisella tavalla toimitettu hiilto on lopussa, avataan retortin pohjaluukku, ja hiilet lasketaan jäähdytyssäiliöön B. Tällaisen työtavan tarkoitus on tehdä hiilto mahdollisimman yhtäjaksoiseksi, joten itse retortin ei tarvitse olla toimetonna hiilien jäähdytystä varten.

Mainitsemme vielä erään erikoisen työtavan, jota yksi ruotsalainen hiiltomo käyttää, nimittäin *Elfströmin menettelyn*. Sen mukaan hiilletään puut tulistetun vesihöyryn avulla. Siinä on perätysten aina n. s. erottajan ja tulistajan yhdistäminä useampia 20—30 kuutiometrin



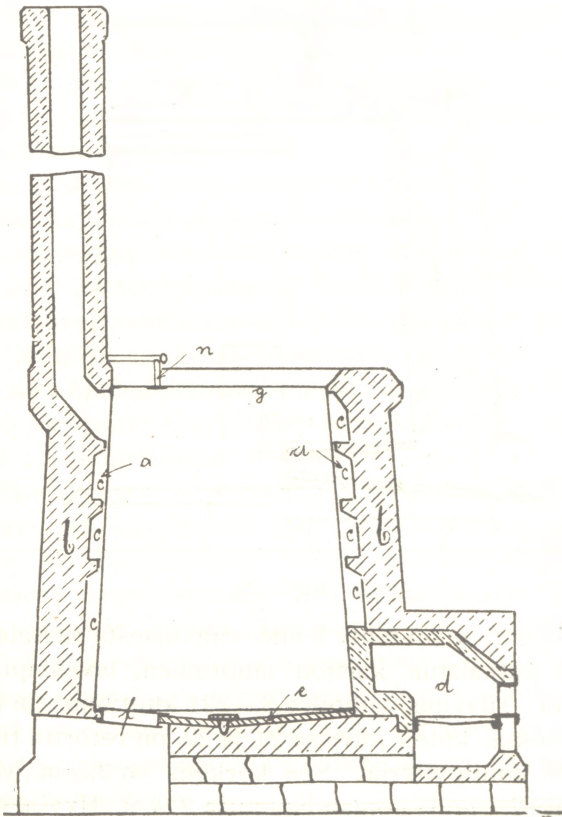
Kuva 20.

vetoisia retortteja. Niiden lävitse lasketaan tulistettua vesihöyryä, joka hiiltää puut täydellisesti vieden tislautulokset mukanaan aina seuraavaan erottajaan, jossa terva ja tervaöljyt tiivistyvät. Tulistajien tarkoitus on lämmittää kaasut sellaiseen lämpötilaan, että ne voivat hiiltää seuraavassa retortissa olevat puut.

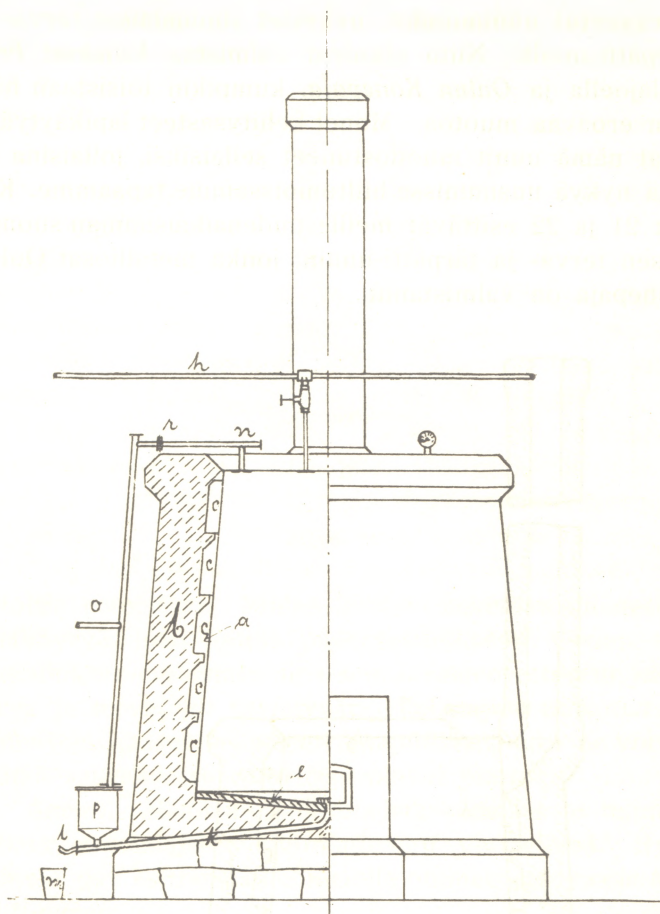
*Suomi.* Maamme hiiliuuneista olemme jo tehneet selkoa ruotsalaisten hiiltolaitosten yhteydessä. Ryhdyimme nyt esittämään Suomelle ominaisia *terva- ja tärpätti-uuneja*.

Tervanpolton käsittelyn yhteydessä huomautettujen epäkohtien poistamiseksi ruvettiin 1860-luvulla useissa paikoin maattamme rakentamaan hiilto-uuneja, joissa, paitsi hiiliä ja tervaa, voitiin ottaa talteen myöskin tärpätti ja puuhappo. Käytetyt uunit olivat kuitenkin hyvin alkuperäistä lajia. Pian lakkasikin tehdas toisensa perästä toimimasta, joten koko järkiperäinen hiiltoteollisuus lamautui. Mutta 1890-luvulla elpyi se uudelleen, ja on sen jälkeen ripeästi kehittynyt ja varttunut. Tämän vaikuttivat etupäässä mainittuun aikaan keksityt,

parannetut uunimuodot, nykyiset suomalaiset terva- ja tärpätti-uunit. Niitä alkoivat valmistaa *Veljekset Friis* Kalajoella ja *Oulun Konepaja*, kumpikin toisistaan hiukan eroavaa muotoa. Monet kehitysasteet läpikäytyään ovat nämä uunit muodostuneet sellaisiksi, jollaisina ne tätä nykyä uusimmissa hiiltomoissamme tapaamme. Kuvat 21 ja 22 esittävät meille uudenaikaisimman suomalaisen terva- ja tärpätti-uunin, jonka metalliosat Oulun Konepaja on valmistanut.



Kuva 21.



Kuva 22.

Retortti *a* on tehty 5 mm. vahvuisesta rautalevystä. Se on katkaistun kartion muotoinen, leveämpi pohja alaspäin. Tilavuus vaihtelee 8,5—21 kuutiometrin välillä. Uusimmissa, kuten kuvissa 21 ja 22, on retortin tilavuus noin 21 kuutiometriä. Sen korkeus on 3,62 m., yläosan läpimitta 2,43 m. ja pohjan läpimitta 3,00 m. Hyvin yleinen suuruus on 15,5—17,5 kuutiometriä. — Retortin alaosa on ylösalaisin käännetyn kartion muotoinen, jonka korkeus on noin 20 cm.



Retorttia ympäröi kaikilta puolin muuraus *b*. Sen ja retortin välillä kulkevat tulikanavat *c*. Niiden järjestely on vaatinut verraten pitkäaikaisia kokeiluja. Aluksi annettiin saman kanavan kulkea kierteisesti koko retortin ympäri. Tämä järjestely oli kuitenkin monessa suhteessa epäkäytännöllinen. Muuraustyö vaati suurta tarkkuutta, kaasut olivat yläosaan jouduttuaan liiaksi jäähtyneitä, veto oli huono j. n. e. Näistä syistä tästä järjestelmästä luovuttiin, ja muurataan nykyään kanavat melkein kaikkialla samaan tapaan kuin ruotsalaisissa Carbo-uuneissa, joista edellisessä olemme tehneet selkoa.

Kanavat erottaa toisistaan  $\frac{1}{4}$  tiilen vahvuinen muuraus. Retortin puolelle jätetään kuitenkin aina 2—3 cm. väliaukko, jotta retortille jää tarpeeksi laajenemistilaa kuumentuessaan.

Suojellakseen retorttilevyä liekiltä, varustettiin ennen koko alakanava suojusmuurauksella. Nykyään tyydytään kuitenkin täten suojaamaan ainoastaan tulipesän puoleinen retortin ympärystä. Retortin pohja *e* on muurattu tulenkestävistä tiileistä. Jos sekin olisi rautalevystä, hiiltäisi se kuumentuessaan tervaakin, saaden aikaan sen laadun huonontumisen, ja tuloskin olisi pienempi. Sitäpaitsi syöpyisi se hyvinkin pian. Näitä vikoja ei ole tiilipohjalla.

Tyhjennysluukku *f* on uusimmissa tehtaissa retortin pohjassa. Se kiinnitetään kiiloilla ja tiivistetään ulkopuolelta savella; sisäpuoli on syöpymistä estääkseen päällystetty kuparilevyllä. Vanhemmissa uuneissa on luukku retortin sivulla, katkaisten siten alakanavan. Tästä johtuva retortin epätasainen lämmitys oli jo yksinäänkin riittävä syy muuttamaan tyhjennysluukun aseman. Uudemmissa uuneissa tarjoo hiilien tyhjennys sitä paitsi koko joukon mukavuuksia, joita vanhemmissa uuneissa kaipaamme.

Täyttöaukko *g* suletaan kiilojen tai ruuvien avulla kiinnitettävällä ja savella tai hiekalla tiivistettävällä kanalla.

$h$  on putki, jonka kautta hiillon loputtua johdetaan vesihöyryä retorttiin.

Retortin alimmasta kohdasta lähtee putki  $k$ , jota pitkin muodostunut terva juoksee ulos, kulkien nestesulun  $l$  kautta ensin puusuppiloon  $m$  ja sitte maanalaista putkea myöten tervasäiliöön. Helpommin haihtuvat tislautulokset poistuvat retortin yläosasta lähtevän putken  $n$  kautta, osaksi putkea  $o$  pitkin jäähdyttäjään, osaksi n. s. pikiöljyerottajaan  $p$ . Terva ja pikiöljy kootaan tämän järjestelmän avulla samaan säiliöön. Jos jälkimäinen tahdotaan ottaa erilleen, kuten vanhemmat tehtaot yleensä tekevät, käytetään kahta erottajaa. Tällöin kulkevat kaasut alajohtoputkesta tervaerottajaan ja sieltä pikiöljyerottajan kautta jäähdyttäjään. Jälkimmäisessä erottajassa tiivistyy pikiöljy, joka kootaan erikseen.

Johtoputkien ulkoläpimitta vaihtelee 7,5—12,5 cm. välillä. Yläjohtoputkessa on vielä nostoluukku  $r$ , jonka avulla johto voidaan tarpeen mukaan sulkea.

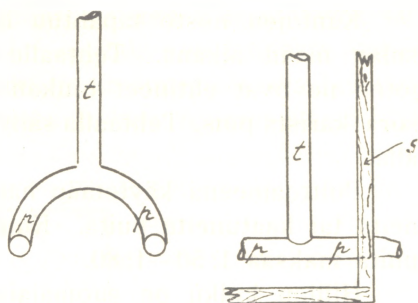
Uunit ovat tavallisesti varustetut myös grafitipyrometrillä, hehkumittarilla, joka on asetettava sellaiseen paikkaan, että se näyttää mahdollisimman tarkoin retortissa vallitsevan keskilämpötilan, tavallisesti retortin keskiön ja reunan puoliväliin.

Jäähdyttäjiä on meillä käytännössä useampaa eri rakennetta. Hyvin tavallinen on kierrejäähdyttäjä. Kenties yleisin on sentään hiiltomoillemme ominainen laatikkojärjestelmä, kuva 5, joihin jo ylempänä olemme tutustuneet.

Tiivistymättömät kaasut poistetaan jäähdyttäjästä siten, että jäähdytysputket  $p$  yhdistetään aina kaksittain kuvan 23 osottamalla tavalla lähellä jäähdytysammeen seinää  $S$  ja johdetaan putkea  $t$  pitkin ylös ammeesta ja ulos jonkun matkaa rakennuksen seinästä, mahdollisen tulenvaaran välttämiseksi.

Meillä ei siis valitettavasti käytetä millään tavalla hyväksi tiivistymättömiä kaasuja, vaan menee niiden

suuri poltto-arvo kokonaan hukkaan. Tällainen menettely on kerrassaan anteeksi-antamatonta sitäkin suuremmalla syyllä, kun hiiltäjämme hyvin tietävät, että tislauksen loppupuolella kehittyvät suuret määrät palavia kaasuja,



Kuva 23.

jotka sopivien laitteiden avulla voitaisiin varsin yksinkertaisesti johtaa tulipesään, missä niiden polttoarvo tulisi talteen. Polttopuiden menekki vähentyisi tällaista menettelyä käytettäessä luotettavien laskelmien perusteella noin kolmannella osallaan. Vertauksen vuoksi mainitsemme, että ruotsalaisessa Carbo-uunissa, jossa kysymyksessä olevat kaasut poltetaan tulipesässä, on polttopuun menekki kutakin hiillettyä puu-kuutiometriä kohti 0,26 kuutiometriä, kun sitä vastoin suomalaisissa terva- ja tärpätti-uuneissa vastaava luku on 0,40—0,50 kuutiometriä. Carbo-uunin suurempi tilavuus vaikuttaa tosin myöskin polttopuumenekin vähennyksen eduksi, mutta siltikin osottavat esittämämme numerot riittävän selvästi, mitä hyötyä tiivistymättömien palavien kaasujen järkiperaisesta käytöstä voi olla.

Suomalaiset terva- ja tärpättitehtaat käyttävät raaka-aineenaan yksinomaan havupuun kantoja ja juuria, tervaksia, joista jo tervanpolton yhteydessä olemme puhuneet.

Tervaksien hinta riippuu etupäässä ajomatkan pituudesta ja työpalkkojen kalleudesta. Kuutiometri niitä maksaa nykyään valmiina tehtaalla 3—4 markkaa. Siitä tulee kantojen nostamisen ja pilkkomisen osalle 2:—2:25, maanvuokraa 20—50 penniä ja vedätyskustannuksia tavallisesti 35 penniä pohjamaksua ensimmäiseltä kilometriltä sekä 10 penniä lisää jokaiselta seuraavalta kilometriltä.

Kantojen nosto tapahtuu luonnollisesti ainoastaan sulan maan aikana. Tehtaalle ne ajetaan rekikelillä, joten ne ovat ehtineet hiukan kuivaa sekä hiekka ja sora karista pois. Tehtaalla säilytetään tervakset taivasmaalla.

Polttoaineena käytetään halvempia, puoleksi lahonneita tai kaatuneita puita. Kuutiometri tällaisia polttopuita maksaa 1:50—1:80.

Hiillon kulku on suomalaisessa terva- ja tärpätti-tehtaassa seuraava.

Tervakset ladotaan retorttiin mahdollisimman tiheästi. Tyhjennysluukku ja täyttö-aukko suletaan ja aloitetaan sitte lämmitys. Noin 6 tunnin kuluttua on lämpö määrä retortissa kohonnut 140—150°, jolloin ensimmäiset tislaukselokset, vesi ja tärpätti alkavat ilmaantua. Lämmitystä on sen jälkeen jatkettava hyvin varovasti, jotta saataisiin mahdollisimman paljon parempilaatuista tärpättiä. Pian alkaa tiivistynyt vesi sisältää etikahappoa ja puuspriitä, jonka tunnemme puuhapon kirpeästä hajusta ja mausta.

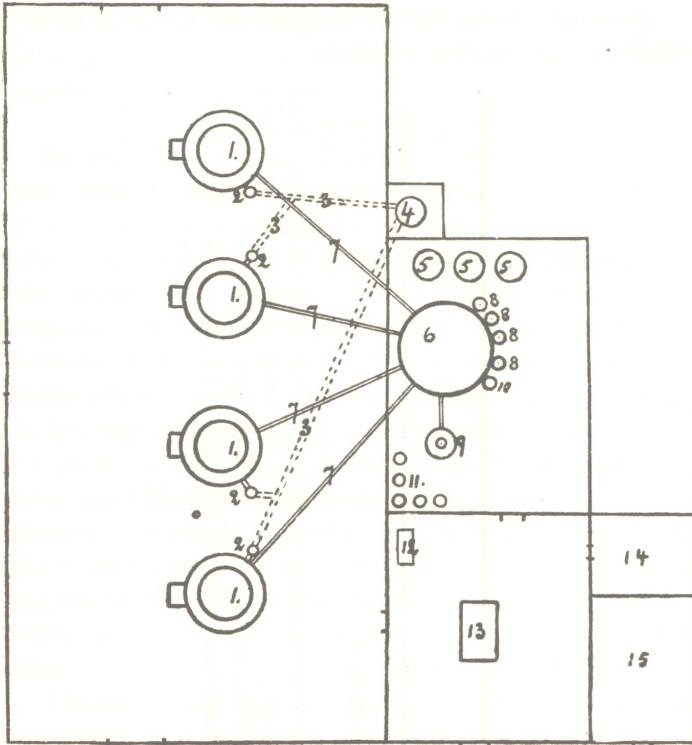
2—2½ vuorokautta kestäneen lämmityksen jälkeen osottaa hehkumittari 230—240° lämpötilaa, ja tervaa alkaa ilmaantua. Tähän asti ovat kaikki tislaukselokset poistuneet yläjohdon kautta. Nyt suletaan se laskulukullaan, joten ainoastaan alajohto jää avoimeksi. Terva erottuu heti retortista tultuaan, kokoontuen kaikille uuneille yhteiseen säiliöön. Helpommin haihtuvista osista tiivistyvät piki- ja tervaöljy pikiöljyerottajassa ja kootaan yleensä yhteen tervan kanssa. Tärpätti ja puuhappo jatkavat höyryinä matkaansa jäädyttäjään.

Tervan alettua juosta, lisätään lämmitystä. Noin 3 vuorokauden kuluttua, kun tislaukselokset loppuvat, on hiilto valmis. Lämmitys lopetetaan ja retorttiin johdetaan vesihöyryä 2—3 tuntia. Lämpötila, joka hiillon lopulla on ollut noin 420°, alenee tällöin noin 150°:lla. Paitsi tätä varsin mukavaa retortin jäädyttämistä on vesihöyryn johtamisella myöskin tarkoituksena poistaa



retortista viimeisetkin höyrymäisten tislauksulosten jät-teet. Täten saadut hiilet ovatkin sen johdosta varsin hyviä, palaen räiskymättä ja savuamattomalla liekillä.

Uunin annetaan ennen hiilten tyhjennystä jäähtyä noin 2 vuorokautta.



Kuva 24.

1-retortit. 2-pikiöljyerottajat. 3-maanalaiset rännit, joita pitkin erottunut terva juoksee säiliöön. 4-tervasäiliö. 5-säiliöt, joihin terva pumputaan edellisestä tervaveden irrottumista varten. 6-jäähdytysamme, jossa on laatikkojäähdyttäjät sekä kutakin retorttia että tärpätintislauslaitosta varten. 7-putkisarjasto, joita pitkin kaasut tulevat retortista jäähdyttäjiin. 8-erottaja-astiat, kullakin retortilla omansa. 9-tärpätintislauslaitos. 10-tärpälin erot-taja-astia. 11-kalkitustynnyrit. 12-vesipumppu. 13-höyrypannu. 14-sauna. 15-konttori.

„Poltto“ sovitetaan yleensä siten, että hiilto on lopussa lauvantai aamuna. Uuni voidaan silloin tyhjentää maanantai aamuna ja laittaa tiistai illaksi valmiiksi uuteen polttoon.

Kuvassa 24 näemme suomalaisen terva- ja tärpättitehtaan pohjapiirroksen.

Seuraava taulu esittää muutamissa terva- ja tärpättitehtaissamme saatuja tuloksia.

Tehdas	A	B	C	D	E	F
Retortti sisältää tervaksia, kuutiometriä . . . . .	14,5	15	16	18	8	13
Lämmitysaika, tunteja . . . . .	61,5	58	76	88	84	60
1 kuutiometri tervaksia vaatii polttopuita, kuutiometriä . . . . .	0,48	0,42	0,38	0,42	0,75	0,54
” ” antaa hiiliä . . . . .	0,29	0,35	0,39	0,33	0,31	0,33
” ” tervaa, litraa . . . . .	34,5	34,4	29,0	31,2	31,2	36,1
” ” ” puhdistet. tärpättiä litr. . . . .	12,1	11,7	13,1	12,5	12,5	11,5

4-uunisen tehtaan vuosituotanto on retorttien vetoisuuden ollessa 15,5—17,5 kuutiometriä, keskimäärin seuraava:

Hiiliä	1,000 kuutiometriä	à	5: —	=	5,000: —
Tervaa	700 tynnyriä	„	25: —	=	17,500: —
Puhdistettua tärpättiä	35,000 litraa	„	—: 50	=	17,500: —
Öljyä	5,500 „	„	—: 30	=	1,650: —
Tervavettä	15,000 „	„	—: 04	=	600: —
Puuhappoa	135,000 „	„	—: 04	=	5,400: —

Hiilten hinta riippuu enimmänsä paikallisista oloista, mutta ovat nekin menneet verraten hyvin kaupaksi. Terva myydään suurimmaksi osaksi ulkomaille. Tärpättiä valmistetaan myös jo yli kotimaan tarpeen. Öljyistä menee ainoastaan vähäinen määrä sellaisenaan kauppaan. Ne yhdistetään nimittäin, kuten jo olemme huomauttaneet, tavallisesti tervan kanssa, joiden vaikutuksesta tervan laatu paranee, tullen pehmeämmäksi ja helpommin juoksevaksi. Tervavettä käyttävät nahkurit pienissä määrin nahkoja paisuttaessaan. Jonkun verran käytetään sitä myöskin maapermantojen kovettamiseen. Puuhapolla, oikeastaan kaikkein arvokkaimmalla hiiltotuotteella, on meillä ainoastaan mitättömän pieni käytäntö. Sitä käytetään pääasiallisesti puun säilytykseen, navetoissa ja talleissa hajunpoistajana ja lääkkeeksi.

Tällaisen vuosituotannon antavan tehtaan perustamiskustannukset tekevät tärpätinpuhdistuslaitoksineen noin 40,000 markkaa.

Edellyttäen, että tehdas on hyvin hoidettu, että se valmistaa kunnollista tavaraa ja että sen myynti on oikein järjestetty, nousevat vuositulot noin 40,000 markkaan. Vuotuiset menot, kuten tervakset, polttopuut, työpalkat, pääoman korko, tarpeelliset poistot, vakuumukset y. m. nousevat noin 25,000 à 30,000 markkaan. Tämän lisäksi tulee tehtaan luonnollisesti omata pienoinen liikepääoma, pääasiassa tervaksien hankkimista

varten. Joka tapauksessa pitäisi hyvin järjestetyn hiil-tomon vuosivoiton nousta ainakin 10,000 markkaan.

Muutamia vuosia sitte hommasivat maamme terva- ja tärpättitehtailijat yhteistä tärpätinpuhdistuslaitosta. Valitamme suuresti, että yritys raukesi.

Suuri yhteinen puhdistuslaitos, joka jalostaisi *kaikki* eri tehtaiden lähettämät raa'at tuotteet, olisi sittenkin saatava aikaan. Mainitsimme *kaikki* tuotteet: tärpätti, terva, öljyt, tervavesi ja puuhappo. Tulemme alempana esittämään, kuinka mainittujen tuotteiden jalostaminen yleensä toimitetaan.

Yhteisen jalostuslaitoksen tuottamat edut olisivat ilmeiset. Yksityisen tehtaan ei tarvitsisi puhdistaa tuotteitaan, joten koneistossa, työpalkoissa j. n. e. säästettäisiin. Tervasta saataisiin erilleen siinä löytyvä puuhappo ja tulisi se täysin vedetöntä. Sen tuloskin olisi huomattavasti suurempi, sillä tärpätin, tervaveden ja puuhapon sisältämä terva, joka nyt suurimmaksi osaksi joutuu hukkaan, saataisiin talteen. Tärpätin jalostukseen voitaisiin käyttää jotain tehokkaampaa puhdistusmenettelyä, joten tavaran laatu nykyisestään suuresti paranisi ja tulisi se vielä lisäksi *yhtenäistä*. Puuhapossa löytyvä etikkahappo ja puusprii eivät joutuisi hukkaan. Yhtenäisen tavaran yhteinen myyminen olisi aina eduksi.

Ajatus ei mielestämme ole ollenkaan mahdoton toteuttaa. Yli puolet terva- ja tärpättitehtaista, joita maassamme nykyään on noin parikymmentä, ovat kaikki verraten lähellä toisiaan, nim. Luoteis-Hämeessä ja Etelä-Pohjanmaalla, edullisilla paikoilla kulkuneuvojen suhteen. Ainakin näiden tehtaiden yhteenliittyminen olisi suotava. Jalostuslaitoksen vaatima pääoma, sanokaamme pyörein luvuin 100,000 markkaa, ei ole niin suuri, ettei sitä helposti saataisi kokoon. Yritys tulisi varmasti kannattamaan. Suljemme ylläesitetyn asianomaisten huomioon.



Siirrymme sitte tarkastelemaan muutamia uusimpia menettelytapoja, jotka tosin eivät enää ole varsinaista puun hiiltoa koskevia, mutta siihen kuitenkin läheisesti liittyviä. Tarkotamme menettelyjä, joiden mukaan pihka-aineet uuttamalla (ekstrahoimalla) erotetaan puusta, jolloin viimeksimainittu, vapautuneena niistä aineista, sellaisenaan jää järelelle.

Vanhimmat menettelyt ovat amerikalaisia. Uuttamiseen käytetään useampia eri aineita, kuten esim. kuumaa hartsia, raakaa tärpättiä, laimeaa alkoholia, vieläpä paljasta vettäkin.

Kuumaa hartsia uuttamisaineena käyttäen pumpataan tämä erikoisesta kuumentajasta retorttiin, johon puut verraten isoina kappaleina ovat ladotut. Hartsin lämpötila on siksi korkea — aina  $190^{\circ}$  — että se ajaa ulos puun sisältämän tärpätin, joka höyrynä poistuu jäädyttäjään. Jäähdyntynyt hartsi tulee takasin kuumentajaan ja käytetään uudelleen. Tässä menettelyssä saadaan siis ainoastaan puun tärpätti talteen.

Paljoa edullisemmilta tuntuvat menettelyt, joissa liuottimena käytetään tärpättiä. Tämä lämmitetään sopivaan lämpötilaan ja annetaan vaikuttaa puuhun. Saatu liuos haihdutetaan ja saadaan täten järelelle ainakin osa puun hartsia ja tärpättiä.

Menettely, joka käyttää alkalikäsittelyä, on pääpiirteissään seuraava. Hienoksi hakattu puu lämmitetään laimean alkalin kanssa; vesihöyrytislauksen kautta saadaan erottunut tärpätti erilleen. Sitte keitetään puulastut alkalin kanssa siksi, kunnes hartsi on irrottunut. Saatu hartsiliuos lasketaan ulos ja saadaan tästä — jos kohta hyvin vaikeasti — hartsi talteen. Hartsista vapautettu puu keitetään sitte tavallisella tavalla alkalilla sellulosaksi.

Pari kolme vuotta sitte saivat ruotsalaiset insinörit *Bergström* ja *Fagerlind* patentin täällä Suomessaakin menettelylle, jonka mukaan lastuiksi hakatut puut keitetään tärpätin kanssa. Uutettu hartsi erotetaan

haihduttamalla liuottimesta, joka uudelleen voidaan käyttää. Lastuihin imeytynyt liuotin poistetaan näistä tulistetun vesihöyryn avulla. Kuuleman mukaan on pieni koelaitos Ruotsissa koettanut menettelyä käytännössä toteuttaa, mutta olisi se jonkun ajan kuluttua lakannut toiminnasta.

Teemme lopuksi selkoa erästä kotimaisesta uuttamismenettelytavasta, jolle keksijä, Suomalainen Kemiallinen O. Y., kesällä 1912 on saanut patentin. Menettely on lyhyesti patenttiselityksen mukaan seuraava.

Raaka-aineena käytetään petäjän kantoja, tervaksia. Nämä hakataan pieniksi lastuiksi, joilla uuttamiskattila täytetään. Uuttamisaineena käytetään bentsolia\*), jota kiehutetaan erityisessä kattilassa. Bentsolihöyryt kulkevat putkisarjan kautta uuttamiskattilaan, jossa ne osaksi tiivistyvät nesteeksi, helposti liuottaen puun pihka-aineet, hartsin ja tärpätin. Muodostunut liuos, joka siis sisältää bentsolia, hartsia ja tärpättiä, kulkee yhtämittaa yllämainittuun bentsolikiehattajaan, josta taas puhtaat bentsolihöyryt kulkevat lastujen lävitse j. n. e. Kun uuttaminen on loppuun suoritettu, tislataan vesihöyryllä lastuihin imeytynyt liuotin pois, lastut otetaan ulos kattilasta, joka heti voidaan käyttää seuraavaa uutosta varten.

Kun bentsolikiehattajaan on kokoontunut joku määrä hartsia ja tärpättiä, tislataan ensin varovasti bentsoli pois. Hartsista erotetaan tärpätti sekä myös jällelleen jäänyt bentsoli joko vesihöyry- tai vakumitislauksen kautta. Jälkimäinen menettelytapa on edullisempi, sillä siinä saadaan hartsi suorastaan kuivana valmiina kauppatavarana. Bentsoli ja tärpätti ovat taaskin helpot erottaa toisistaan eri suurien kiehumapisteittensä perusteella.

Mitä saatuihin tuotteihin tulee, on tärpätti laadultaan ensiluokkaista, täydelleen vastaten amerikkalaista

\*) Bentsolia saadaan kivihiilitervasta, jossa sitä löytyy noin 1 0/0. Se on vesikirkas neste, kiehuu noin 80 °:ssa.

pihkatärpättiä. Hartsi on tosin väriltään hiukan tummempi, kuin ulkolainen tavara, mutta voidaan sitä siitä huolimatta käyttää useimpien paperilajien liimaukseen. Menettelyssä jällelle jääneet lastut, s. t. s. puu sellaiseenaan, ainoastaan vapautettuna pihka-aineista, käytetään polttoaineena.

Yhtiöllä, joka täten on astunut aukomaan uusia uria maamme teollisuudessa, on tehdas Palokissa, Kuopioista etelään.

Olemme edellisessä tehneet lyhyesti selkoa tärkeimmistä nykyään käytännössä olevista uunimuodoista ja tutustuneet niiden työtapoihin. Luomme seuraavassa lyhyen, vertailevan yleiskatsauksen niihin.

Uunimuotoa valittaessa on otettava ensiksi huomioon raaka-aineen laatu. Tähänastisen kokemuksen mukaan ei lehti- ja havupuille hevin sovellu sama uunimuoto. Kuten olemme Keski-Europan retorttiuuneja ja Amerikan vaunu-uuneja selostaessamme maininneet, poistuvat niistä kaikki tislautuvat hiiltotulokset saman, retortin yläosassa olevan johtoputken kautta. Nämä laitokset hiiltävät yksinomaan lehtipuuta. Tärpättiä ja öljyjä ei silloin muodostu. Saatu tervakin on verraten ala-arvoista. Puuhappo voidaan verraten yksinkertaisesti vapauttaa suurimmasta osastaan terva-aineita. Mutta jos mainituissa hiiltouuneissa käytettäisiin havupuita, toisi kaikkien tislaustulosten samaa tietä poistuminen mukanaan useita epäkohtia. Tervankin täytyisi kokonaisuudessa höyrystyä, minkä vaatimassa korkeassa lämpötilassa osa havupuutervan arvokkaita aineosia hajaantuisi ja tervan laatu siten huonontuisi. Puuhappo tulisi tällaista menettelyä käyttäen sisältämään melkoisen määrän terva-aineita, jotka suuresti vaikeuttaisivat sen jalostusta. Samoin tuottaisi tärpätin erotus suuria hankaluuksia. Tärpätillä on nimittäin

ominaisuus liuottaa tervaa, joten ne pysyvät itsepin-  
taisesti kiinni toisissaan. Tärpätin puhdistus vaatisi sen-  
tähden monimutkaisia menettelyjä ja tulisi verraten  
kalliiksi.

Mainitut epäkohdat esiintyvät selvästi esim. Grön-  
dalin uunissa, alentaen sen muutoin varsin suuria an-  
sioita.

Mitä ylempänä olemme sanoneet havupuun hiillosta,  
koskee myöskin ja juuri eritoten tervaksien hiiltoa, jol-  
loin terva ja tärpätti ovat tärkeimmät hiiltotuotteet.  
Tervan ja tärpätin tulee poistua ainakin suurimmaksi  
osaksi eri teitä retortista. Tämän ehdon täyttävätkin  
meikäläiset terva- ja tärpätti-uunit tyydyttävällä tavalla.  
Carbo-uuneissa esim. käy tervaksien hiilto jo vaikeam-  
maksi, kun niissä on ainoastaan yksi ulosjohtoputki,  
jonka tähden etenkin loppujuokсутärpätti sisältää niin  
suuret määrät tervaa, että sen puhdistus täysiarvoi-  
seksi kauppatavaraksi tuottaa suuria hankaluuksia.

Toinen, uunimuotoa valittaessa vaikuttava seikka  
on, mille tuotteelle pääpaino pannaan. Keski-Europan  
retortit hiiltävät ottaakseen pääasiassa talteen puuha-  
possa löytyvän etikkahapon ja puuspriin. Schwartzin  
uuni ja sen muunnokset valmistavat etupäässä hiiliä,  
vaikka niissäkin on sentään viime aikoina ruvettu mui-  
takin tuotteita talteen ottamaan. Carbo-uuni käyttää  
yleensä hyväkseen kaikki tuotteet. Suomalaisissa hiil-  
touuneissa ovat taas päätuotteina olleet terva ja tär-  
pätti; hiilienkään arvo ei ole vähäinen. Mutta puuhap-  
poa, josta saatavien tuotteiden arvo on havupuillekin  
lähes kaksi kertaa niin suuri kuin tervan ja tärpätin yh-  
teensä, emme ole vielä oppineet jalostamaan.

Jos taaskin on kysymyksessä suuren hiilimäärän  
nopea valmistus, niin ei yksikään äsken mainituista  
hiiltolaitoksista voi sitä tyydyttää. Se johtuu niiden  
ajottaisesta työtavasta. Tämä epäkohta on poistettu  
esim. Gröndalin uunissa ja amerikalaisessa vaunu-uu-  
nissa, jotka työskentelevät yhtäjaksoisesti. Järkipäi-



sellä tavalla talteen otettujen tislautuvien hiiltotulosten arvo on näissä viimemainituissakin siksi suuri, että se melkein korvaa hiilien valmistuskustannukset, joten näiden hiiltolaitosten yhteydessä olevat metallisulatot verraten vähillä kustannuksilla tyydyttävät suuren hiilitarpeensa.

Tärkeänä tekijänä uunimuotoa valittaessa ovat myöskin laitosten perustamiskustannukset. Maissa, joissa yritteliäisyys on suurempi, joissa pääomia mielellään kiinnitetään tuottaviin liikeyrityksiin, on rahakysymys kuitenkin sivuseikka, josta syystä puun hiilto niissä onkin korkealle kehittynyt. Toisin on ollut meillä. Suomalainen saamattomuus ja pienet käytettävissä olevat pääomat ovat tähän asti estäneet perustamasta suurempia hiiltolaitoksia. Kun hiiltomojen johtajat eivät ole olleet teknikkoja eivätkä ole asiantuntijoiden ohjeita pyytäneet, on tuotteiden jalostuskin jäänyt kovin alkuperäiselle kannalle. Näistä syistä onkin hiiltoteollisuus runsaista raaka-ainevaroistamme huolimatta pysynyt verraten ahtaitten puitteitten sisällä.

## Tärkeimpien hiiltotuotteiden jalostaminen.

Edellisessä olemme jo tutustuneet hiiltotuotteiden talteen ottamiseen. Seuraavassa teemme selkoa niistä yleisistä menettelytavoista, joiden mukaan nämä tuotteet jalostetaan kauppatavaroiksi.

### Terva.

*Lehtipuuterva.* Saksalaisista hiiltolaitoksista puhuessamme mainitsimme, kuinka tilaustulokset jäädyttäjästä tultuaan kulkevat useampien suurten säiliöiden lävitse, jolloin tisleen terva-osat laskeutuvat pohjalle ja juoksutetaan terväsäiliöön. Vapauttaakseen siten saadun tervan mukana seuranneesta puuhaposta, tislataan se erityisissä pannuissa höyrylämmityksellä. Vesihöyryä johdetaan pannussa kierteen muotoisen putken lävitse. Tällaista n. s. epäsuoraa höyrytislausta käytetään silloin, kun ei tislettä tahdota laimentaa vedellä, mikä tapahtuu suoranaisessa höyrytislauksessa. Kierreputki on viimeainitussa tapauksessa varustettu pienillä reijillä, joten vesihöyry pääsee välittömään yhteyteen pannun sisällön kanssa, tislautuen ylitsē sen mukana. Ylempänä mainitussa tislauksessa poistuva puuhappo yhdistetään pääosaansa edelleen jalostettavaksi. Terva jää vedettömänä pannuun.

Lehtipuutervaa käytetään joko polttoaineena, tai tislataan se, jolloin, paitsi edellä mainittua puuhappoa, saadaan keveitä ja raskaita tervaöljyjä ja pikeä. Etenkin pyökipuun tervasta valmistetaan monimutkaisten menettelyjen kautta arvokasta kreosotia.

*Havupuuterva.* Useimmissa tapauksissa erottuu terva jo heti uunista tai retortista tultuaan suurimmasta osasta muita tislaustuloksia. Se sisältää kuitenkin aina jonkun verran n. s. tervavettä, s. o. tervarikasta puuhappoa. Ennen kauppaan laskemista on tervavesi mahdollisimman tarkoin tervasta poistettava. Tämä toimitetaan meillä vielä kovin alkuperäisellä tavalla. Terva juoksutetaan säiliöihin, joita tavallisesti on yksi tai kaksi, ja saa niissä seistä viikon tai pari. Suurin osa tervavettä on silloin laskeutunut pohjalle. Se juoksutetaan tavallisesti maahan, mutta voidaan tarpeen vaatiessa ottaa talteenkin. Joskus lasketaan se tynnyreihin, joissa selkeneminen saa edelleen tapahtua. Säiliöön jäänyt terva lasketaan tynnyreihin, ja toimitetaan sitte lopullinen räkkäys tervanpolton yhteydessä esittämällämme tavalla.

Tällainen menettelytapa vaatii paljon aikaa, osa tervasta menetetään, ja tervaveden erittäin väkevä puuhappo — sisältää noin 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> etikkahappoa — menee kokonaan hukkaan.

Muutamat ruotsalaiset hiiltomot kokoavat raa'an tervan suureen säiliöön, josta höyrylämmityksellä haihdutetaan puuhappo pois. Terva saadaan siten yksinkertaisella tavalla vedettömäksi, mutta puuhappo menetetään. Edullisinta olisi nykyoloissamme tislata tervavesi esim. tärpätin puhdistuslaitoksessa höyrylämmityksellä. Siten jäisi pannuun vedetön, täysiarvoinen terva, joka saataisiin kokonaan talteen. Ylitislautunut puuhappo olisi puhtaampaa ja väkevämpää kuin jäähdyttäjistä saatu ja olisi siis sellaisenaankin arvokkaampaa, helpommasta jalostettavuudesta puhumattakaan.

Hiukan toisenlaiseksi muodostuu menettely sellaisissa hiiltolaitoksissa, joissa kaikki tislaustulokset kulkevat jäähdyttäjän lävitse, esim. Gröndalin uunissa. Terva, tärpätti ja puuhappo kootaan samaan säiliöön. Jonkun aikaa seistytään on puuhappo erottunut pohjalle ja on sellaisenaan valmis jalostettavaksi. Ylempi kerros

on tervan ja tärpätin seos tai oikeammin tervan tärpättiliuos. Tämä tislataan erityisissä laitoksissa vesihöyryn avulla, jolloin tärpätti tislaa vesihöyryn mukana ylitse ja erotetaan vedestä sitte erottaja-astiassa. Höylämmityksen avulla saadaan terva lopuksi aivan vedettömäksi.

### Tärpätti.

Puusta hiillossa saatu raaka tärpätti on punasensruskean väristä, kitkerän hajuista ja silmän limakalvoja ärsyttävää nestettä. Nämä tärpätin laatua ja arvoa alentavat ominaisuudet johtuvat osaksi tärpätin liuottamista terva-aineista, osaksi lukuisista muista puun aineosien hajaantumistuloksista, joita muodostuu etenkin tislauksen lopulla vallitsevassa korkeassa lämpötilassa. Raaka tärpätti lajitellaankin sentähden useampaan osaan, numeroon. Meillä kootaan erikseen alku-, keski- ja loppujuoksutärpätti. Puhdistamalla kukin osa yksikseen saadaan helpommalla puhdasta tavaraa kuin muulla tavoin menetellen. Toinen kysymys on, missä lämpötilassa eri numerot ovat toisistaan erotettavat. Meillä ovat nämä lämpötilavälit keskimäärin seuraavat.

N:o 1.	alusta	—	noin 200°
„ 2.	noin 200	—	„ 250°
„ 3.	„ 250°	—	loppuun.

Nämä ovat käytännöllisen kokemuksen nojalla määrättyjä astelukuja, joiden sopivaisuutta olisi vielä teellisten tutkimusten kautta tarkastettava.

Ulkomailla otetaan kaikki raaka tärpätti tavallisesti yhteen.

Tärpätin puhdistusmenettelyjä on käytännössä suuri joukko; melkein jokainen tehdas käyttää omaa, oloihinsa soveltuvaa työtapaa. Ulkomaisiin puhdistustapoihin emme sentähden lähemmin kajookaan, mainitsemme vain erään verraten tavallisen menettelyn yleisen kulun.



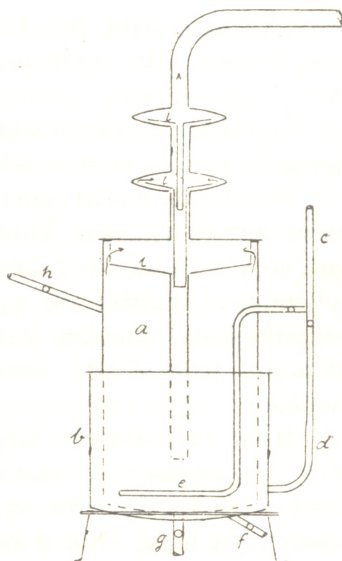
Puhdistus tapahtuu lyijyllä sisäpuolelta päällystetyissä rautasyntereissä n. s. agitatoreissa, joissa tärpähti hakataan konehämmentäjien avulla 50—65 prosenttisen rikkihapon kanssa. Seoksen jonkun aikaa seistystä lasketaan pohjalle erottunut happo tärpätistä liuottamine epäpuhtauksineen ulos. Tärpätti pestään pariin kertaan vedellä ja hakataan sitte väkevän natrionlipeän kanssa. Lipeäkerros lasketaan ulos ja tärpätti tislataan vesihöyryllä. Täten puhdistettu tärpätti on aivan vesikirkasta ja miellyttävän hajuista nestettä.

Meillä Suomessa käytännössä oleva tärpätinpuhdistusmenettely on yksinkertaisempi, mutta vähemmän tehokas, jonka tähden tärpättimme ei olekaan voinut täysin tyydyttää maailmanmarkkinoiden asettamia suuria vaatimuksia.

Kuva 25 esittää tärpätin puhdistuslaitoksemme ääri-viivat.

Kuparisen tislauspannun *a* alaosan ympäröi rautalevystä tehty vaippa *b*. Pannuun voidaan johtaa putken *c* kautta höyryä sekä höyrylämmitystä, *d*, että höyrytislausta, *e*, varten. Jälkimmäisen putki tekee sisäpannussa lähellä pohjaa vaakasuoran kierroksen. Tässä osassa on lukuisia pieniä reikiä, joiden kautta höyry pääsee pannuun. Edellinen vie pannujen väliseen tilaan, josta liika höyry lasketaan *f* kautta ulos; *g* on tyhjennysputki. Varsilevyt *l* vaikuttavat osittaisina jäähdyttäjinä.

Tärpätin puhdistus tapahtuu seuraavasti. Raaka tärpätti sekä joku määrä



Kuva 25.

vettä lasketaan putken  $h$  kautta pannuun. Sitte johdetaan sinne vesihöyryä, kunnes tärpättiä alkaa sen mukana tislautua. Senjälkeen toimitetaan varsinainen tislauksen tavallisesti ainoastaan höyrylämmityksen avulla. Tärpättiä vesihöyryt kulkevat nuolien osottamia teitä, kunnes poistuvat jäähdyttäjään. Koko tislauksen ajan lasketaan putkesta  $h$  vettä pannuun, joten sen sisältämä nestemäärä pysyy jotenkin yhtä suurena.

Kukin numero tislataan täten erikseen. Jäännös, n. s. pikiöljy, lasketaan tyhjennysputken  $g$  kautta ulos ja pannaan tavallisesti tervan sekaan.

Sitte seuraa tärpätin kalkitus, joka toimitetaan myös kullekin numerolle erikseen. Tärpätti pannaan tynnyriin, lisätään sammutettua kalkkia, hämmennetään voimakkaasti puutangolla, ja annetaan seistä tavallisesti yli yön. Senjälkeen toimitetaan taas tislauksen samalla tapaa kuin edelliselläkin kerralla. Muutamissa tehtaissa on tällöin veden asemasta lisätty pannuun natronlipeää („lipeäkivi“-liuosta) ja saatu siten varsin tyydyttäviä tuloksia.

Raakatärpättiä N:o 1 tislataan useimmiten ainoastaan kerran, joko sellaisenaan kalkituksen jälkeen tahi myös natronlipeän kanssa. Kalkki vaikuttaa samalla tavalla tärpätin epäpuhtauksien poistajana kuin natronlipeäkin, vaikka ei niin tehoisasti.

Paitsi puhdistustapaa, vaikuttavat tärpätin laatuun useat muutkin seikat, kuten käytetyt raaka-aineet, hiillon nopeus ja uunin rakenne, tapa, miten tärpättihöyryt uunista poistetaan, y. m. seikat. Hiillonopeuden vaikutuksesta voidaan yleisenä sääntönä sanoa: *mitä hitaampi tislauksen, sitä runsaammin parempaa tärpättiä saadaan.*

Mitä suomalaisen tärpätin laatuun tulee, täyttää N:o 1 jokseenkin ne vaatimukset, jotka hiiltotärpätille yleensä asetetaan. Se on vesikirkas, ja sillä on mieto, miellyttävä haju. N:o 2 on myös yleensä kirkas, mutta sen haju on jo kokonaan toinen. N:o 3 on kellertävän

väristä, usein hyvinkin kirpeän hajuista. — Jotakin tehokkaampaa puhdistustapaa käyttämällä voitaisiin suomalaisen tärpätin kaikki numerot saada täysin yhdenarvoisiksi ulkomaalaisten hiiltotärpättien kanssa. Ja siihen on meidän luonnollisesti pyrittävä, jotta tärpättimme kestäisi kunnialla kilpailun maailman markkinoilla.

Paitsi hiiltotärpättiä (saksaksi Kienöl), löytyy kaupassa myöskin pihkatärpättiä (Terpentinöl). Jälkimmäistä saadaan havupuiden pihkasta. Sitä valmistetaan suuret määrät etenkin Pohjois-Amerikassa ja Ranskassa, joissa löytyy muutamia varsin runsaasti pihkaa muodostavia petäjän sukuisia puulajeja. Puuhun tehdään määrättyjen sääntöjen mukaisia uurteita, joiden kautta tihkuva pihka kootaan erityiseen säiliöön. Puiden haavottaminen toimitetaan järkipiperäisemmissä menettelyissä siten, ettei se sanottavasti vahingoita puiden kasvua. Ranskassa esim. aletaan puusta koota pihkaa 20—30 vuoden vanhana, ja sitä saattaa jatkua kymmeniä vuosia eteenpäin.

Pihkasaalis puista on runsain ensi vuosina, aleten sitte vähitellen. Puusta saadaan keskimäärin 3,5—4 kiloa pihkaa vuodessa.

Koottu pihka tislataan vesihöyryllä erityisissä laitoksissa. Pihkan sisältämä tärpätti tislaa vesihöyryn kanssa ylitse ja erotetaan jäähdyttäjältä tultuaan vedestä tavallisella tavalla. Täten saatu tärpätti on sellaisenaan täysin kelvollista kauppatavaraa. Ainoastaan lääketarkotuksiin puhdistetaan se vielä erityisesti.

100 kiloa pihkaa antaa tavallisesti 15—18 kiloa tärpättiä.

Tislauspannuun jäänyt hartsi kuivataan, lasketaan vielä kuumana ulos ja siivilöidään metalliverkon lävitse, joka pidättää pihkaa seuranneet puupalaset, kuorikappaleet y. m. s. Täten saadulla hartsilla, n. s. koloniumilla, on varsin suuri käytäntö useilla eri aloilla, esim. paperiteollisuudessa.



Hyvin epäiltävää on, voisiko meillä Suomessa pihkateollisuus menestyä. Havupuumme ovat hyvin pihkaköyhiä ja kesämme ovat lyhyet ja kylmät, joten pihkan kokoaminen voisi tuottaa vaikeuksia. Sitäpaitsi ei pihkamme tehtyjen tutkimusten mukaan sisällä kuin noin puolet ulkomaisten pihkalajien tärpättimäärästä. Mutta ainoastaan kokeilemalla voidaan saada selville, eikö mainittu teollisuus kuitenkin järkiperaisiiä menetelytapoja käyttäen saattaisi muodostua tuottavaksi. Sopivasti järjestettyjen kokeiden suorittaminen kysymyksen ratkaisemiseksi olisi sentähden erittäin suotava.

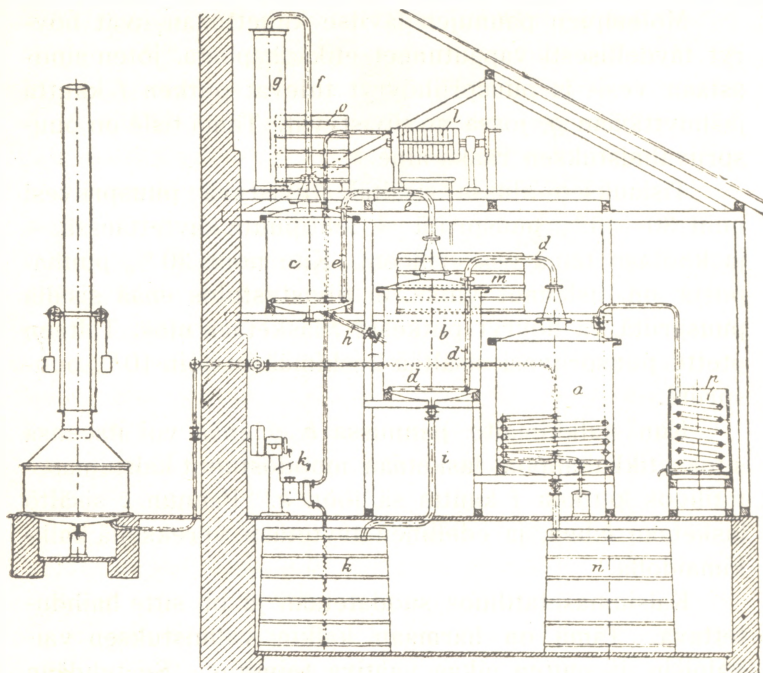
Tärpätti ei ole, paremmin kuin terva- ja puuhappokaan, mikään yhtenäinen kemiallinen aine, vaan useiden samaan ryhmään kuuluvien, eri korkeissa lämpötiloissa kiehuvien aineitten seos. Puhdistettu tärpätti alkaa tavallisesti kiehua noin  $155^{\circ}$  paikoilla. Aluksi ylitse menevä osa sisältää pääasiallisesti pineni-nimistä ainetta, jonka määrää voidaan pitää tärpätin arvon mitana. Pihkatärpätit ovat suurimmaksi osaksi pineniä, sisältäen sitä noin 90 %; hiiltotärpäteissä sitä on verraten vähän. Suomalaisista tärpättinnumeroista on N:o 1 pinenirikkain, noin 50—60 %, toisissa sitä on huomattavasti vähemmän.

Viime vuosina on pineni saanut laajan käytännön keinoitekoisen kamferin valmistuksessa. Tällainen kamferitehdas on meidänkin maassamme, Tainionkoskella, joka professori *Gust. Kompan* keksimän menettelyn mukaan valmistaa tätä arvokasta ainetta.

### **Puuhappo.**

Puuhapon tärkeimmät aineosat ovat etikkahappo ja puusprii eli metyylialkoholi. Edellinen otetaan talteen tavallisesti n. s. harmaan kalkin muodossa, joka on pääasiallisesti etikkahapon kalsiumsuolaa, kalsiumasetatia, jälkimäinen 80 prosenttiseksi väkevöitynä puuspriinä. Jalostus toimitetaan tavallisesti n. s. kolmiannulaitoksessa, joka nähdään kuvassa 26.





Kuva 26.

Kuten muistamme, kokoontuu puuhappo, jäädyt-  
täjässä tiivistyttyään ja suurimmasta osasta muita tis-  
laustuloksia vapauduttuaan, erityiseen säiliöön. Sieltä  
pumputaan se kolmipannulaitoksen ensimmäiseen keittä-  
jään *a*, joka on kuparista ja on höyrylämmitystä var-  
ten putkikiirroksilla varustettu. Puusprii-, vesi- ja etik-  
kahappohöyryt kulkevat putken *d* kautta toiseen pan-  
nuun *b*, joka, samoin kun kolmaskin pannu *c*, sisältää  
kalkkimaitoa, s. o. vettä ja sammutettua kalkkia. Putki  
*d* tekee *b*:ssä vaakasuoran kaaren, jonka yläosassa on  
useita pieniä reikiä, joten höyryt kulkevat tasaisesti  
jakaantuneina kalkkimaidon lävitse. Samoin käy kolman-  
nessakin pannussa. Molemmat viimeksimainitut pannut  
ovat tavallisesti rautalevystä. Kalkkimaito sitoo etik-  
kahappohöyryt kalsiumasetatiliuosta muodostaen.

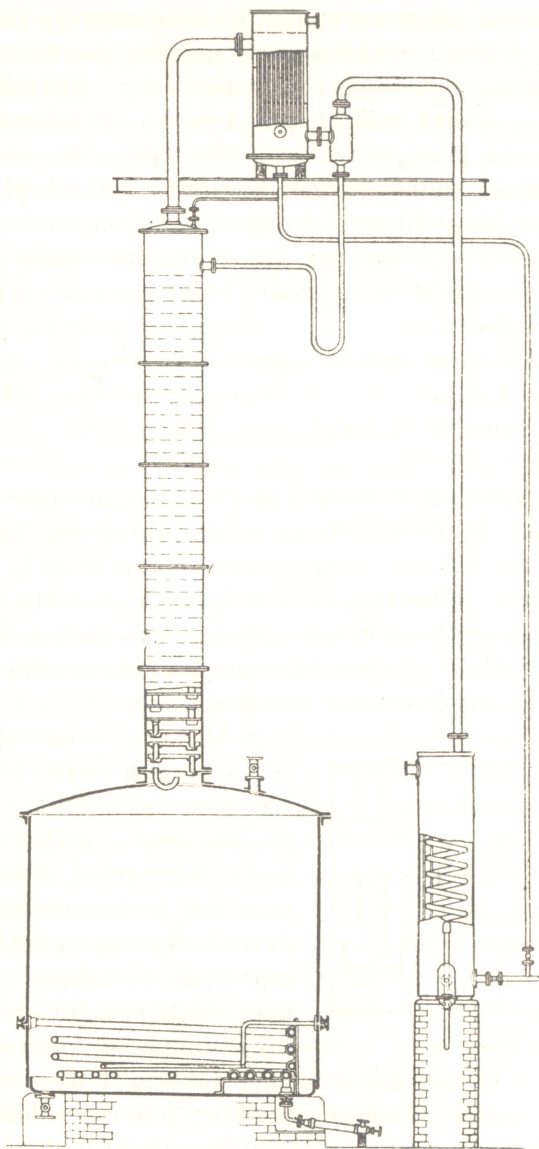
Molempien pannujen lävitse kuljettuaan ovat höyryt täydellisesti vapautuneet etikkahaposta, joten ainoastaan vesi- ja puuspriihöyryt tulevat putken  $f$  kautta jäähdyttäjään  $g$ , jossa ne tiivistyvät. Tämä tisle on puuspriivalmistuksen raaka-aine.

Tislauksen alussa sisältää tiivistyvä puuspriivesi noin 30—40 % puuspriitä — lehtipuuta käytettäessä — ja kootaan tämä osa erilleen. Kun noin 30 % puuhaposta on tislannut ylitse, ei tiivistystulos enää sisällä puuspriitä, ja höyryt putkesta  $f$  lasketaan ulos. Talteen otettu puuspriivesi sisältää keskimäärin noin 10 % puuspriitä.

Kun kalkkimaito pannussa  $b$  ei enää voi itseensä sitoa etikkahappoa, lasketaan muodostunut kalsiumasetatiliuos putken  $i$  kautta säiliöön  $k$ . Pannun  $c$  sisältö lasketaan  $b$ :hen, ja edellinen täytetään vereksellä kalkkimaidolla.

Kalsiumasetatiliuos suodatetaan ja on sitte haihdutettava. Tämä on harmaan kalkin valmistuksen vaivaloisin ja eniten aikaa vaativa toimitus. Se tehdään tavallisesti erityisissä haihdutuspannuissa, jotka ovat laakoja kaksinkertaisella pohjalla varustettuja säiliöitä. Haihdutus tapahtuu höyrylämmityksellä.

Kun liuos pannuissa on tullut siirapin sakeaksi, käy sen haihtuminen hyvin hitaasti. Punasenruskea, kovasti tervalle haiseva aine lapioidaan silloin n. s. kuivauslevyille. Nämä ovat valurautalaattoja, joitten alla savukaasukanavat kulkevat edestakaisin. Lämmitys tapahtuu nimittäin tavallisesti uuneista poistuvan lämmön avulla. Kuivauslevyillä liikutetaan massaa edestakaisin; ensin vesi haihtuu pois, ja tervamaiset aineet palavat suurimmaksi osaksi. Lopuksi saadaan läpeensä harmaata jauhetta, joka menee sellaisenaan kauppaan harmaan kalkin nimellä. Se sisältää 80—84 % kalsiumasetatia; loput on vettä, muuttumatonta kalkkia, terva-aineita y. m.



Kuva 27.

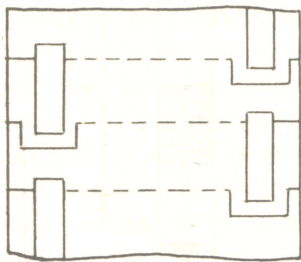
Harmaata kalkkia käytetään suuret määrät etikkahapon ja asetonin valmistukseen. Edellinen tapahtuu

hajottamalla kalsiumasetati joko suolahapolla tai rikkihapolla, jolloin etikkahappo vapautuu ja voidaan tarpeen mukaan puhdistaa ja väkevöidä. Etikkahappoa käytetään suuret määrät, paitsi ruoka- ja lääkeaineina, värjäymöissä ja organisessa teollisuudessa. Asetonia valmistettaessa kuumennetaan harmaata kalkkia yksinään korkeaan lämpötilaan. Asetoni, joka on väritön, helposti haihtuva neste, on viime aikoina saanut suuren käytännön savuttoman ruudin valmistuksessa ja majakavalaisuudessa.

Saksalaisten noterauksien mukaan maksaa nykyään			
harmaa kalkki	noin	30	markkaa 100 kg.
etikkahappo 98 à 100 %	”	100	” ”
asetoni	”	200	” ”

Kolmipannulaitoksessa saatu raaka puuspriivesi väkevöidään ja puhdistetaan n. s. kolonnissa, kuva 27.

Siihen kuuluu tislauspannu, varsinainen kolonni, sekä kaksi jäähdyttäjää. Pannu on varustettu kierreputkella höyrylämmitystä varten. Varsinainen kolonni sisältää joukon n. s. siivilälevyjä, joiden rakenteen kuva 28 esittää suuremmassa mittakaavassa.



Kuva 28.

Alhaalta nousevat vesi- ja puuspriihöyryt kulkevat kolonnin siivilöiden lävitse ensimmäiseen jäähdyttäjään, jossa käytettävä jäähdytysvesi on varsinaisessa jäähdyttäjässä jo lämmennyt. Siinä tapahtuu sentähden ainoastaan osittainen tiivistyminen, joka kohtaa etupäässä vesihöyryä. Tiivistystulos virtaa takasin kolonnin yläosaan ja sieltä siivilältä siivilälle, joutuen vihdoin takaisin tislauspannuun, alottaakseen kiertokulkunsa uudelleen. Melkein puhtaat puuspriihöyryt jatkavat matkaansa toiseen jäähdyttäjään, jossa tapahtuu täydellinen tiivistyminen. Kolonnin sisällä on siis kaksi vas-



takkaista virtaa: ylhäältä tuleva puuspriiköyhä vesi ja alhaalta nousevat höyryt, jotka vähitellen riistävät vastaantulijaltaan sen helpommin haihtuvan puuspriin, joten tislauksannuun takaisin juokseva neste on melkein puhdasta vettä.

Tällaista tislausta, jossa kaksi tai useampia toisiinsa sekoittuvia nesteitä erotetaan toisistaan eri korkeiden kiehumapisteittensä perusteella, sanotaan jakotislaukseksi.

Alku- ja loppujuoksupuusprii on vielä liian laimeata ja epäpuhdasta, jonka tähden nämä osat tislataan uudelleen kolonnissa. Keskijuokсутulos on heti valmista kauppatavaraa, noin 80 % puuspriitä. Sitä käytetään esim. alkoholin denaturoimiseen.

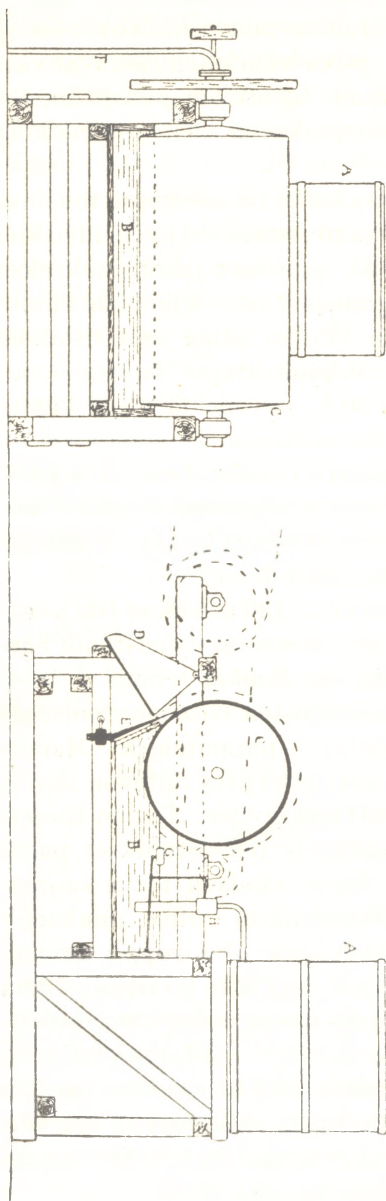
Täten saatu 80 % puusprii puhdistetaan vielä edelleen erilaisia kemiallisia aineita käyttämällä sekä väkevöidään tislaamalla kolonnissa 99—100 %:ksi. Tätä käytetään pääasiallisesti väriteollisuudessa.

Puuspriin hinta on noin 115—120 markkaa 100 kiloa.

Ainoa hiiltomo, joka Suomessa on valmistanut harmaata kalkkia ja puuspriitä, on *Ruukin* tehdas.

Viime vuosina on tislaustulosten talteenottamisessa tehty useita sangen huomattavia parannuksia. Mainitsemme niistä seuraavaa. Heti retortista tultuaan saavat kaasut kulkea n. s. tervaerottajan lävitse. Tämän lämpötila on sellainen, että kaikki muut tislaustulokset, paitsi terva, siinä höyrystyvät. Täten saadaan terva suoraan vedettömäksi ja jäähdyttäjistä tullut puuhappo on melkein täydelleen tervavapaa. Puuhappo neutralistetaan kalkilla ja poistetaan siitä sitte puusprii. Tämä tapahtuu erityisessä yhtäjaksoisesti toimivassa kolonnissa, jonka alaosasta väkevöitynyt kalsiumasetatiliuos juoksee ulos. Kolonnin jäähdyttäjistä saadaan taaskin väkevä — aina 95 % — puusprii, tosin hiukan epäpuhtaana, mutta joka helposti yksinkertaisen kolonnitislauksen kautta voidaan puhdistaa ja väkevöidä.

Siten hiiltomon suurimmat tislaukset tapahtuvat melkein ilmaseksi, retorttilämmön avulla; monimutkai-



Kuva 29.

nen ja hankala kolmipannujärjestelmä jää pois j. n. e. Käsitämme helposti, mitä kaikki tämä merkitsee hiiltomon kannattavuuslaskelmissa.

Harmaan kalkin valmistuksessa on niinkään tehty suuria parannuksia. Asetatiliuoksen haihdutuksessa käytetään useampia menettelytapoja, jotka kaikki ovat vanhaa pannuhaihdutusta verrattomasti edullisempia. Esim. Ruotsissa käytetään useissa tehtaissa seuraavaa *Bergströmin* työtapaa, kuva 29.

Asetatiliuos haihdutetaan, usein ulkoilmassa, katoksen alla, noin 25 prosenttiseksi, ja tulee sitte säiliöön A, josta se itsesäättävän venttiilin kautta juoksee matalaan laariin B, jossa nesteen pinta aina on samalla korkeudella. Laarissa B pyörii rautalieriö C, johon lasketaan höyryä 2 à 3 ilmakehän ylipaineella. Lieriön vaippa peittyy ohuella asetati-

liuoskerroksella, josta pyöriessä vesi haihtuu pois. Veitsi E poistaa kuivan asetatin lieriön pinnalta. Saatua harmaa kalkki on sellaisenaan valmis kauppatavara.

## Eri puulajeista saatavat hiiltotulokset.

Olemme jo edellisessä lyhyesti maininneet, että eri puulajeista saadaan hiillettäessä sekä laadultaan että paljoudeltaan toisistaan eroavia tuloksia.

Mitä hiiliin tulee, saadaan niitä lehtipuista painon mukaan vähän enemmän kuin havupuista, kun ne tiiviimpänä puuna antavat myös tiiviimpiä ja siten painolleen raskaampia hiiliä; tilavuuden mukaan lasketuna on suhde päinvastainen.

Harmaata kalkkia ja puuspriitä saadaan lehtipuusta yleensä noin kaksi kertaa niin paljon kuin havupuusta. Sitäpaitsi on jälkimäisistä saatu puuhappo mukana seuranneiden öljyjen takia hiukan vaikeampi jalostaa kuin lehtipuu-puuhappo.

Tärpättiä ei lehtipuusta saada ollenkaan; tervaa ja öljyä antavat taas kaikki puulajit jotenkin yhtä paljon, paitsi tervakset, joista saadaan verrattomasti suurin tulos näitä tuotteita. Lehtipuusta saadulla tervalla ei ole, kuten olemme huomauttaneet, jalostamattomana mitään yleisempää käytäntöä.

Seuraavat numerot osottavat, montako kiloa tuotteita yksi kuutiometri erilaisia raaka-aineita hiillettäessä antaa. Numerot vaihtelevat luonnollisesti eri lehti- ja etenkin havupuulajeja käytettäessä.

Raaka-aine	Hiiliä	Tervaa ja öljyä	Tärpättiä	Puuspriitä 80 0/0	Harmaata kalkkia 80—82 0/0
Lehtipuu . . . .	105—115	18—24	—	5—6	24—28
Havupuu . . . .	80—90	10—20	1	2—3	10—14
Tervakset suomalaisessa uunissa . . . . .	45	32	10,5	—	—

Harmaasta kalkista ja puuspriistä ei meillä ole luotettavia tietoja, kun meikäläiset tehtaat eivät jalosta puuhappoa.

Ruotsalainen insinööri *Bergström* on julkaissut mieltäkiinnittäviä vertailevia numeroita, jotka osottavat, kuinka tärpätti- ja tervatulokset vaihtelevat eri havupuuraaka-aineita käytettäessä. Esitämme niistä seuraavaa.

Puulaji	Puhdistettua tärpättiä	Tervaa
	Kiloa kuutiometristä	
Tervakset . . . . .	8—10	35—40
Petäjä (runkopuu) . . .	0,7—2,0	10—17
Kuusi „ . . . . .	noin 0,1	noin 9
Petäjärimat . . . . .	0,2—0,5	4—7
Kuusi „ . . . . .	noin 0,03	5—6

Sahajauhoista saadun tärpätin määrä riippuu kokonaan käytetyn puun pihkapitoisuudesta. Tärpättitulos vaihtelee 1,7—16 kiloon tonnia kohti ilmakeivisiä sahajauhoja. Vertauksen vuoksi mainittakoon, että pihkakset rimat antavat aina 80 kiloa tärpättiä tonnia kohti.

Hiiltäessään eri puulajeja pienessä retortissa sai Bergström tonnia kohti kuivaa puuainetta tulokseksi:

Hiiltotulokset	Leppä			Koivu			Petäjä			Tervakset		
	kg.	à p.	mk.	kg.	à p.	mk.	kg.	à p.	mk.	kg.	à p.	mk.
Tervaa ja öljyä . . . . .	77	3	2: 31	63	3	1: 89	70	14	9: 80	219	25	54: 75
80% harm. kalkkia . . . . .	98	21	20: 58	114	21	23: 94	51	21	10: 71	30	21	6: 30
100% puuspriitä . . . . .	15,5	56	8: 68	12,6	56	7: 06	9,8	56	5: 49	6	56	3: 36
Hiiliä . . . . .	360	4	14: 40	330	4	13: 20	379	4	15: 16	382	4	15: 28
Summa mk.			45: 97			46: 09			41: 16			79: 69

Näemme siis, että sellainen ala-arvoisena pidetty puu kuin leppä, antaa hiilletettäessä jotenkin yhtä hyviä



tuloksia kuin koivu. Jos numerot pitäisivät paikkansa teollisuudessakin, kuten saattaisi odottaa, voisi meillä täällä Suomessa avautua uusi hiiltoala, joka raaka-aineenaan käyttäisi muihin tarkoituksiin vähemmän sopivaa leppää, puuta, jota maassamme runsaasti löytyy. Näistä kokeilutuloksista nähdään myös, että tervakset, puuhaposta huolimattakin antavat kaikista raaka-aineista verrattomasti parhaimman tuloksen.

## Vertailu eri hiiltomuotojen välillä.

Esitämme seuraavassa muutamia numeroita, jotka näyttävät, missä suhteessa miilunpolton, tervanpolton, Raskin tervauunin ja järkiperäisen hiiltotislauksen antamat taloudelliset tulokset ovat toisiinsa. Yksi kuutiometri raaka-ainetta antaa:

### *Miilunpoltossa:*

Havupuu, 0,55 kuutiometriä hiiliä à 5: — = 2: 75 mk.

### *Tervanpoltossa:*

Tervakset, 0,30 kuutiometriä hiiliä à	5: — =	1: 50 mk.
30 litraa tervaa à —: 20	=	6: — „
		<hr/>
		7: 50 mk.

### *Raskin uunissa:*

Tervakset, 0,50 kuutiometriä hiiliä à	5: — =	2: 50 mk.
34 litraa tervaa à —: 20	=	6: 80 „
		<hr/>
		9: 30 mk.

### *Suomal. terva- ja tärpättiunissa:*

Tervakset, 0,30 kuutiometriä hiiliä à	5: — =	1: 50 mk.
30 litraa tervaa à —: 20	=	6: — „
12,5 „ puhdistettua		
tärpättiä à —: 50	=	6: 25 „
		<hr/>
		13: 75 mk.

*Hiiltotislauksessa:*

Raaka-aine	Hiiliä		Tervaa		Tärpättiä		Harm. kalk.		Puuspriitä		Summa
	Kuut. met.	Smk.	Kiloa	Smk.	Kiloa	Smk.	Kiloa	Smk.	Kiloa	Smk.	Smk.
Havupuu	0,75	3: 75	15	3: 00	1	0: 50	12	3: 00	2,5	2: 50	12: 75
Lehtipuu	0,75	3: 75	21	0: 84	—	—	26	6: 50	5,5	5: 50	16: 59
Tervakset	0,50	2: 50	35	7: 00	11,2	5: 60	10	2: 50	2,5	2: 50	20: 10





12.3

J. Valmari - W. Wainio



# Metsätaloudellista kirjallisuutta

on saatavissa

## Suomen Metsänhoitoyhdistys TAPION toimistosta,

osote Helsinki.

### Käsi­kirjasia:

N:o 1. Yksityismetsätalouden edistämistyö Ruotsissa ja mitä meillä on siitä oppimista, kirj. S. A. Sohlman. 65 sivua. Hinta 35 penniä.

N:o 2. Yhteinen metsänmyynti, käsi­kirja, kirj. S. A. Sohlman. 19 sivua. Hinta 15 penniä.

N:o 3. Käpyjen kokoomisesta ja siementen karistamisesta, kirj. Ernst Nylander. Kolmas, laajennettu painos. Hinta 50 penniä.

N:o 5. Metsänhoidon alkeita, kirj. A. Benj. Helander. 32 sivua. Hinta 25 penniä.

N:o 6. Metsänhoidon Opas, kirj. A. Benj. Helander. Kolmas, täydelleen uusittu painos. 63 sivua. Hinta 50 penniä.

N:o 7. Tervanpoltto tervahaudassa, kirj. Ilmo Lassila. Toinen painos. Hinta 50 penniä.

Tapion Taskukirja. Käsi­kirja metsänomistajille ja metsänhoitomiehille. Toinen, lisätty painos. 82 sivua. Hinta hienoissa kansissa muistiinpanovihkoineen 2 mk. 25 p., vahakangaskansissa 1 mk. 25 p.

Suomen metsäntuotteiden vienti 25-vuotiskaudella 1886—1910, kirj. T. W. Paavonen. 83 sivua ja 2 suurta moniväristä havainnollista taulua. Hinta 1 mk 90 p.

### Kansankirjasia:

N:o 1. Sananen tukkipuista ja niiden arvosta, kirj. A. Benj. Helander. Hinta 5 p.

N:o 2. Ohjeita käpyjen kokoomisessa, kirj. T. W. Paavonen. Hinta 5 p.

N:o 3 & 4. Ohjeita metsän kylvössä ja istutuksessa, kirj. T. W. Paavonen, Hinta 10 p.

N:o 5. Miten metsäkauppa on tehtävä? kirj. O. A. Purhonen. Hinta 5 p.

N:o 6. Ohjeita tukkipuiden hinnoittamisessa, kirj. K. Tapiovaara. Hinta 5 p.

□□□□□□ Kaikki kirjat lähetetään postivapaasti. □□□□□□

Samaa kirjaa useampia kappaleita käteismaksulla tilattaessa myönnetään seuraavat alennukset: 2—9 kpl:sta 10 %, 10—14 kpl:sta 15 %, 15—24 kpl:sta 20 %, 25—49 kpl:sta 25 % ja 50 kpl:sta 33 %.

HY METSÄKIRJASTO



116 004 8094